

# UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE BELLAS ARTES  
Departamento de Didáctica de la Expresión Plástica



## TESIS DOCTORAL

**Creación experimental en el espacio digital: entornos digitales  
colaborativos y laboratorios multimedia**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

**José Luis Rubio Tamayo**

Directores

Manuel Gértrudix Barrio  
Francisco García García

**Madrid, 2016**

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**

**FACULTAD DE BELLAS ARTES**

Departamento de Didáctica de la Expresión Plástica



CREACIÓN EXPERIMENTAL EN EL ESPACIO  
DIGITAL: ENTORNOS DIGITALES COLABORATIVOS  
Y LABORATORIOS MULTIMEDIA

**MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR PRESENTADA POR**

JOSE LUIS RUBIO TAMAYO

**DIRECTORES**

MANUEL GÉRTRUDIX BARRIO

FRANCISCO GARCÍA GARCÍA

MADRID, 2015









**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**

**FACULTAD DE BELLAS ARTES**

Departamento de Didáctica de la Expresión Plástica



**TESIS DOCTORAL**

CREACIÓN EXPERIMENTAL EN EL ESPACIO  
DIGITAL: ENTORNOS DIGITALES COLABORATIVOS  
Y LABORATORIOS MULTIMEDIA

**MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR PRESENTADA POR**

JOSE LUIS RUBIO TAMAYO

**BAJO LA DIRECCIÓN DE LOS DOCTORES**

MANUEL GÉRTRUDIX BARRIO

FRANCISCO GARCÍA GARCÍA

**MADRID, 2015**



# Agradecimientos

*Todo mi patrimonio son mis amigos*

Emily Dickinson

Tal vez agradecer a todas las personas que han formado parte de mi vida durante los años que ha durado este proyecto, y, por qué no decir, antes, y los que ayudaron a reflexionar en torno a la idea, no resulta sencillo, y seguramente, unas palabras de agradecimiento nunca van a compensar toda la dedicación, la ayuda desinteresada, los ánimos, y el apoyo moral, que la gente que aparece, a continuación, bajo estas líneas, me ha prestado a lo largo de estos años. Durante los años en que he trabajado en él, han pasado muchas personas importantes por mi vida, que han ayudado a configurar lo que soy yo hoy, y lo que es por tanto este proyecto, una parte esencial de mí, y de todas aquellas personas que me han rodeado y siguen a mi lado.

Es por ello que este trabajo es de todas aquellas personas que me han acompañado y apoyado, y es a ellas a las que estaré infinitamente agradecido.

En primer lugar, a las personas que han hecho posible este proyecto, mis directores de tesis, Manuel Gértrudix Barrio y Francisco García García. Para mí ha sido un privilegio contar con dos personas tan valiosas, tanto en lo académico y lo profesional como en lo humano, para dirigir mi trabajo. Y también a Otfried Scholz, que ha dirigido parte de mi trabajo en la UdK para la mención europea, y a quien también van dedicadas estas líneas.

A Manuel Gértrudix Barrio, por su cercanía, por decirme lo mucho que aprende leyendo mi trabajo de tesis (aunque en realidad soy yo el que puede afirmar con seguridad que haya aprendido), porque es una de las personas que desde el principio ha creído en este proyecto de investigación, y sobre todo por la amistad que ha surgido en paralelo a este trabajo de investigación y todos los trabajos que hemos llevado a cabo conjuntamente, más allá de la motivación en el trabajo que me ha inculcado, y porque al entregar esta tesis doctoral tengo la sensación de que simplemente acabamos de empezar a trabajar, y porque presiento que la colaboración no ha hecho más que empezar.

A Francisco García García, por todo lo que he aprendido durante los años que he trabajado en este proyecto con él, por la capacidad inagotable que tiene de llevar proyectos a buen puerto, por su capacidad de entusiasmar a las personas que trabajan a su lado, y porque, cuando uno echa la vista atrás se da cuenta de que lleva una parte

importante de su vida trabajando al lado de una persona que tiene una larga y fructífera trayectoria, y que al mismo tiempo sorprende por su sencillez y su cercanía y por lo sencillo que resulta darse cuenta de que uno en realidad está hablando con un amigo. Y por último, por su confianza a la hora de poner en mis manos proyectos de un gran valor.

Otfried Scholz, por abrirme las puertas de la Universität der Künste en Berlín desde el principio, por su simpatía, amabilidad, por todos esos cafés y charlas que hemos compartido en la cafetería universitaria, por su predisposición a ayudarme en cualquier proyecto relacionado con mi investigación, y porque gracias a él he podido viajar a Berlín en numerosas ocasiones. Y porque cuando me responde a los emails lo primero que escribe es *Hola amigo Jose*. Sólo responderte: *Danke schon, lieber Freund*.

Es en este momento en el que se hace complicado pretender agradecer la inestimable ayuda y apoyo para llevar a buen puerto este trabajo, ya que, sin la ayuda de todas y cada una de las personas que han pasado por mi vida en estos últimos años, este trabajo hubiera sido difícil de llevar a cabo. Y es por tanto, esa combinación de factores, ese apoyo, por parte de unos, logístico, y por parte de otros moral, cada uno y una a su manera, lo que me hace darme cuenta que en realidad he sido muy afortunado durante todo este tiempo, lleno de momentos inolvidables, y algunos difíciles, también sea dicho.

Sinceramente, no sé por dónde empezar. Tal vez por aquellos que hicieron este trabajo posible, aunque los últimos no sean menos importantes.

Sin embargo, el presente trabajo de investigación difícilmente se hubiera podido llevar a cabo sin la colaboración de gente tan valiosa como Carolina Gracia y Melina Solari, de los Laboratorios Techne-Canopé, de la Universidad de Poitiers y del Futuroscope, que ofrecieron su colaboración desde el primer momento.

También especial dedicación a la gente de ArsGames: Eurídice Cabañes y Josué Monchán, que además de su acogida en Madrid (me hicieron sentir en casa justo cuando volvía a casa), ofreciendo, además su colaboración, y mostrando a su vez un interés (y una ayuda desinteresada, valga la paradoja) que desde el primer momento me ha sorprendido. Pero también Mikel, María, Marta, Ruth y el resto de la gente del colectivo. Sin ellos el trabajo que presento aquí no sería lo que es. Y por supuesto, Mónica, de Medialab Prado, y toda la gente con la que he coincidido en uno de los espacios más acogedores y al mismo tiempo más vivos del mundo.

También mencionar a David Pucheu, del MICA, en Burdeos, Alejandro Jiménez Espinosa, del *Computer Club House – Faro de Oriente* de México D.F., Kiko Mayorga, del Escuelab (Lima) y Jesús Morate, de La Combi, Arte Rodante (Lima) –además de amigo de la facultad-, sin olvidar a la gente del área telemática de La Caba. A Hernando Gómez, de la UEM, cuyos ánimos y confianza en mi trabajo ha sido, además, un revulsivo para seguir trabajando en este proyecto.

Por otra parte, agradecer su especial colaboración a la gente del Grupo de Modelado y Realidad Virtual (GMRV) de la Universidad Rey Juan Carlos: Luis Pastor, Óscar Robles Sánchez, Álvaro Pérez Molero y Ángela Mendoza.

Además, no ha sido menos importante la colaboración de personas como Isidro Moreno, del laboratorio de Cultura Digital y Museografía Hipermedia, Estefanía Martín, del *LITE (Laboratory of Information Technologies in Education)* de la Universidad Rey Juan Carlos, A Ricardo Castañeda Martínez del ESIE (Espacios y Sistemas Interactivos para Educación) del *Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico (CCADET) de la UNAM*.

Agradecer, por otra parte, a una serie personas con las que he tenido el honor de compartir parte de mis proyectos y experiencias, y que se encuentran al otro lado del charco. En especial a Carlos Solon Guimarães Jr. del Grupo de Controle Automação e Robotica de la *Universidade Federal do Rio Grande do Sul* (Porto Alegre, Brasil). A Renato Ventura Bayán Henriques, a Eduardo Maciel y a Roni, de la misma universidad,

También han hecho posible este proyecto Roy Brice, del colectivo de juegos experimentales *One Life Remains* (París), y Luis Galindo de *One Laptop per Child* y la Universidad de Poitiers, personas cuyo talento, creatividad y, buena onda, hacen que todo sea mucho más sencillo.

A todos los amigos cuyo apoyo y ánimos, desde el principio hasta el final de este proyecto, han sido una fuente de inspiración, sabiduría, consejos, espaldarazos, comprensión, empatía. Es a ellos a los que le debo este trabajo: A Ángel Arias y su hermana Bea, a su primo Jesús (porque además de amigo me ha salvado en más de una ocasión con la reparación del tan necesario equipo informático) a Cris, a Patri, a Carol, a Lorenzo, por ser el primero que me dio la idea de hacer un proyecto de Tesis, a Tato, Ángel, Alber y Ana, de Noesis, a Eurídice y Josué de nuevo, por su acogida, Hernando, a Gema, a Mara, Álvaro, Virginia, compañeros de investigación. Especialmente a mi amigo Pedro, de Oporto, que me hace sentir como en casa cada vez que visito la cidade invicta, y que además entrega la tesis un par de meses antes que yo. También a Dritan Tola, por el apoyo desinteresado que me ha ofrecido a la hora de colaborar en este proyecto, y por su amistad incondicional.

A Silvina, Héctor, Oliver, Olga, Archi, Arminé, Concha, Chus, Henning, Natalja, Mark, Diego, y todas las personas con las que coincidí Berlín y a todos los que no haya podido mencionar, ya que la lista, por suerte, es larga. Especialmente a Charlotte porque tenía que entregar su tesis meses antes que yo, y a la cual le deseo el mayor éxito en la entrega de su trabajo. Seguro que salió bien...

A Mario Barro, a quien conocí en Madrid, pero que es un verdadero ciudadano del mundo, y quien me escribió desde Mexico D.F: para decirme que todo lo que hacía merecía la pena, y a quien todavía le debo la promesa de una visita allí.



A Paulo, Camila, Nuno, Ana, Verônica Dadalto, Marcela, y todas aquellas personas que me hicieron sentir como en casa en Lisboa. Pero también a José, y a los dos Carlos.

A Daniel y Sara, a quienes conocí en Reikiavik, quienes me hicieron sentir interés de nuevo por proyectos que ya había dejado guardados en el cajón. Esta vez, Daniel, cuando me escribas un whatsapp preguntándome cómo llevo la tesis, te podré decir que terminó bien.

A Jose Manuel, Mari Luz, Concepción, Antonio, Domingo, Jose María, Catalina, Jose, de la facultad de educación de la UNED, por su acogida y su interés para incorporarme en el consorcio Euromime.

A Marcela Parra y a Seba, por su acogida en Chile, y por ese concierto por todo lo alto al que tuve la oportunidad de asistir en el GAM nada más llegar a Santiago. También a Roberto Canales, y a toda la gente que me ha abierto las puertas de Los Lagos.

Al personal, tanto docente como investigador, de la Universidad de Poitiers, con quienes he compartido una serie de experiencias muy interesantes. No me olvido tampoco de los compañeros del consorcio que también me han acompañado durante ese periodo, especialmente a aquellos que me han dado ánimos y me han ayudado.

A todos aquellos que menciono anteriormente, ya que muchos, además su inestimable ayuda, son también amigos, tendrían que figurar también aquí. Simplemente decir que tengo la suerte de que seáis muchos, y muy buenos.

A Fernan, cuyo fatal accidente hizo que nos dejara antes de tiempo, pero con uno de los mejores recuerdos que se puede tener de un amigo. Desde aquí le mando un abrazo a su familia.

A mi madre, por ser la más ferviente creyente en las cosas que hago (lo cual no está mal para una persona que en general es escéptica y crítica), porque cada vez que hablo con ella, me doy cuenta de que siempre tiene una cosa nueva que enseñarme, y sobre todo por el amor incondicional que ha dado a sus dos hijos y a su marido, y por la tenacidad y capacidad de lucha de la que siempre ha hecho gala.

A mi padre, por enseñarme que la vida no es siempre como yo creo que es, aunque sea a través de pequeñas cosas, por enseñarme el incalculable valor de los gestos aparentemente insignificantes, y porque gracias a él he llegado a comprender lo que realmente valen los gestos diarios, el trabajo incansable, y el orgullo de tener como padre a una persona desinteresada y persistente que ha cotizado cuarenta y cuatro años de su vida. Cuarenta y cuatro. No seríamos lo que somos sin la generación de nuestros padres, eso seguro.

A mi hermano por las cosas buenas (y también las malas) que se comparten con un hermano cuando se ha crecido juntos, y porque cuando uno se da la vuelta y mira en retrospectiva, se da cuenta de lo que importa, que es lo que te une a una persona.

Y en general a mi familia entera, especialmente a mi tía Emilia, el mejor apoyo que una familia puede desear.

Durante los años que ha durado esta investigación, me he sentido afortunado de poder vivir en varias ciudades del mundo: Madrid, Berlín, Burdeos, Reikiavik, Poitiers, Lisboa, Osorno (Chile). Este trabajo lleva un poco de cada uno de estos sitios, como si se encontrara impregnado de recuerdos y experiencias de otros lugares, lo que ha hecho que yo sea lo que soy. El trabajo que he estado realizando durante este tiempo lleva, además, una pequeña parte de todos los lugares en los que he pasado una corta estancia, ya que su recuerdo y vivencia ha dejado una huella en mí, y, por ello, a su vez, en la forma en que he concebido este proyecto. Y sobre todo con el deseo que me siga llevando lejos, así como a las personas que me acompañan.

También todas las personas que me han amado...



A mis padres, por su lucha...



"Escuche -dijo Case-, es una IA, ¿Sabe? Inteligencia artificial. La música que ustedes oyeron probablemente se metió en los bancos de aquí y cocinó lo que pensaba que les gustaría..."

"Vaya mundo en el que vivimos, ¿Verdad? (...) Pero podría ser peor, ¿Verdad? Así es —dije—, o peor aún, podría ser perfecto."

William Gibson, Neuromante

*"Ted: What was your life like before?"*

*Gas: Before?*

*Ted: Before it was changed by Allegra Geller.*

*Gas: I operated a gas station.*

*Ted: You still operate a gas station, don't you?*

*Gas: Only on the most pathetic level of reality."*

ExistenZ

*"Internet es como un gran inventario (de información), pero no constituye en sí misma la memoria."*

Umberto Eco

*"Skin has become inadequate in interfacing with reality. Technology has become the body's new membrane of existence."*

Nam June Paik



# ÍNDICE

RESUMEN .....	25
ABSTRACT.....	35
ZUSAMMENFASSUNG .....	43
RESUMO .....	51
1. INTRODUCCIÓN.....	61
2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	69
2.1. Descripción del Objeto de Estudio .....	71
2.2. Preguntas de Investigación .....	77
2.3. Hipótesis .....	81
3. ANTECEDENTES .....	85
4. OBJETIVOS .....	93
4.1. Objetivo Principal .....	95
4.2. Objetivos Específicos.....	95
5. METODOLOGÍA.....	97
5.1. Vínculo entre la Problemática, las Técnicas y los Instrumentos. ....	99
5.2. Enfoque Heurístico .....	101
5.3. Fases de la Investigación .....	102
5.4. La Teoría Fundamentada / Grounded Theory.....	105
5.5. IMS Learning Design: La metáfora del teatro para la descripción de escenarios interactivos y sistemas.....	113
5.6. Aproximación a los lenguajes y las especificaciones para el modelado y descripción de sistemas .....	115
5.6.1. Estructura conceptual.....	117
5.6.2. Componentes del IMS LD.....	120
5.7. Modelo de Aceptación de la Tecnología .....	125



5.7. Design-Based Research (DBR) e Investigación en Acción. Incorporación de Datos a partir de la Observación Participante .....	137
5.7.1. Introducción .....	139
5.7.2. Desing-based research (DBR): Marco de observación e intervención.....	139
5.7.3. Investigación-acción y procesos circulares .....	143
5.8. La Taxonomía de Bloom para la elaboración de objetivos.....	145
6. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DE LA CUESTIÓN.....	147
6.1. Aproximación a las Teorías de la Creatividad: Una retrospectiva de Usos, Aplicaciones, Convergencia con otras disciplinas.....	149
6.1.1. Parámetros de estudios de la creatividad.....	151
6.1.2. Teorías de la creatividad: marco general.....	151
6.1.3. Creatividad: Literatura científica reciente, convergencia con el continuo de la virtualidad, y las tecnologías digitales.....	157
6.2. Tecnología Digital, Contexto Social, Usos, Reflexión e Implantación: Industrialización de la Información, Filosofía de la Técnica y Sociología de la Traducción .....	163
6.2.1. La <i>Teoría del Actor-Red</i> o <i>Sociología de la Traducción</i> : Aproximación a la implementación de tecnologías en base a la Infraestructura de la Información...	165
6.2.3. Aproximación al desencanto de la técnica: Pasaje al status de <i>objeto ordinario</i> incorporado a las prácticas sociales. ....	172
6.2.4. La Industrialización de la Información: Foco en contexto del fordismo y el postfordismo.....	179
6.2.5. Una aproximación al marco socio-económico subsiguiente al postfordismo: <i>La sociedad de coste marginal cero y el procomún colaborativo</i> .....	187
6.2.6. Transformaciones de la relación con la tecnología en el contexto de la cultura digital .....	189
6.3. Datos, Información, Conocimiento: Espacios Virtuales y Medios en los Flujos de Comunicación e Interacción .....	197
6.3.1. Marco para el diseño del conocimiento: Knowledge management .....	199
6.3.2. El ámbito de la estructura organizativa.....	204
6.3.3. El lab y medialab como estructuras organizativas: perspectiva en torno a la construcción de espacios interactivos.....	207
6.3.4. Transferencia de tecnología y uso eficiente de la información.....	209
6.3.5. Gestión del conocimiento y su importancia en las organizaciones.....	212
6.3.6. Conocimiento, comunicación y procesos de aprendizaje .....	215

6.4. Realidad y Meta-realidad: Perspectiva y Conceptos de las Manifestaciones Artísticas en Espacios Digitales y Conceptuales .....	219
6.4.1. La realidad en el continuo de la virtualidad: Perspectivas artísticas y geopolíticas en espacios virtuales. Concepto de metaverso.....	221
6.4.2. El constructo del entorno virtual y el foco en la transdisciplina.....	222
6.4.3. Meta-realidades: espacio virtual y el espacio conceptual.....	223
6.4.4. Ecosistemas virtuales e intervenciones. Enfoque desde una perspectiva geoespacial: aproximación a la idea de interacción. ....	224
6.4.5. Espacio digital, discurso artístico y computación. Contexto de la migración de la creación artística al espacio virtual.....	228
6.4.7. Contexto descriptivo y convergencia del fenómeno.....	231
6.4.9. Construcción de meta-realidades aplicadas .....	237
6.4.10. Interfaz, interactividad y experiencia de usuario: sonido y espacio. ....	239
6.4.11. Experiencias de plataformas digitales aplicadas a creación con enfoque artístico.....	242
6.5. Cultura Digital versus Cultura Educativa: Identidades, referentes, utopías y perspectivas .....	245
6.5.1. Tecnologías y cultura de la información. Perspectivas de la educación a través de la desintermedialización. ....	247
6.5.2. La construcción de la identidad como fenómeno relevante de la cultura digital.....	248
6.5.3. Intersecciones esquemáticas de las propuestas de aprendizaje en el contexto de la cultura digital. ....	250
6.5.4. El <i>Technology Acceptance Model</i> (TAM) en la cultura del aprendizaje ...	251
6.5.5. Utopías y distopías de los espacios digitales: convergencia de los imaginarios y culturas digitales en la cultura educativa. ....	252
6.6. El Espacio como Agente de Interacción: Educación, Innovación, y Tecnología	255
6.6.1. Intervención en el espacio a través de la interacción. Espacio y tecnología. ....	257
6.6.2. Configuraciones y recontextualización del espacio físico en procesos de enseñanza. ....	259
6.6.3. Espacio y <i>realidad mixta</i> : Espacios de aprendizaje co-creativos y colaborativos.....	264
6.6.4. La metáfora del espacio digital a través de la interacción y intervención del usuario. ....	269

6.7. Espacio digital, convergencia tecnológica, usos y proyecciones: Perspectiva retórica y cognitiva de los usos del espacio y su contexto educativo .....	275
6.7.1. Retórica y perspectivas del espacio digital y virtual .....	277
6.7.2. Espacio Virtual: La problemática del 3D como estereotipo.....	283
6.7.3. Representación e imagen del espacio digital .....	288
6.7.4. Representación de la imagen y pensamiento computacional: Los estilos de aprendizaje (a través de la experiencia) en relación a los usos del espacio virtual. ....	290
6.8. Entornos interactivos virtuales y aplicaciones en contextos socio-educativos: TAM, phantasmal media, AR y serious games.....	297
6.8.1. Introducción a los <i>phantasmal media</i> . Escenarios relativos al continuo de la virtualidad.....	299
6.8.2. Fases descriptivas del proceso macro-micro. Implicaciones socio-materiales. ....	302
6.8.2.a. Perspectivas y procesos cognitivos de la imagen. ....	302
6.8.2.b. Tensión entre limitaciones tecnológicas y creatividad. Espacios de posibles y perspectivas socio-materiales. ....	304
6.8.2.c. Digitalización ubicua y desdibujamiento de las líneas divisorias entre tecnologías y aspectos sociales y cognitivos. Aspectos de la percepción y autopercepción del usuario dentro del sistema y los espacios virtuales.....	306
6.8.3. Continuo de la virtualidad, experiencias, ciencias educativas y <i>modelo de aceptación de la tecnología (TAM)</i> . ....	311
6.8.4. Entornos interactivos virtuales, serious games y DGBL ( <i>digital game-based learning</i> ) .....	313
6.8.6. Aplicaciones de realidad aumentada (AR) en entornos de aprendizaje situado. ....	315
6.9. Robótica, Mecatrónica, STEM, Labs y Constructivismo .....	319
6.9.1. Robótica social, robots autónomos, educación y constructivismo .....	321
6.9.2. Robótica, mecatrónica y STEM: Enfoque educativo.....	330
6.9.3. Robots: Naturaleza y convergencia entre disciplinas .....	335
6.9.4. Robótica en contextos universitarios: El caso de Edubot V-2.....	337
6.9.5. Proyección y perspectivas de la robótica.....	339
6.10. Interactividad, HCI y Experiencia de Usuario. Heurística y Normativas de Usabilidad .....	343
6.10.1. HCI (Human computer interaction) y terminología asociada: UX y UI....	345

6.10.2. Aproximación a las heurísticas de usabilidad en espacios digitales Interactivos.....	353
6.10.3. La normativa ISO 9241-210: 2010.....	358
6.11. Continuo de la Virtualidad: Proyección y Contexto .....	361
6.11.1. Realidad aumentada: Contexto, proyección y perspectivas .....	363
6.11.2. Videojuegos y realidad virtual: Espacios emergentes, inmersión, simulación y jugabilidad.....	376
7. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS .....	395
7.1. Creatividad / Modelo de Aceptación de la Tecnología / Continuo de la Virtualidad .....	397
7.1.1. Identificación de las actividades y perfiles a través de palabras clave ....	397
7.1.2. Identificación de uso de técnicas de creatividad en los laboratorios y medialabs.....	412
7.1.3. Percepción de utilidad en relación al uso de tecnologías digitales para la interacción y el desarrollo de ideas.....	417
7.1.4. Realidad aumentada, PE y PEOU en el entorno.....	420
7.1.5. Realidad virtual, PE y PEOU en el entorno .....	423
7.1.6. Serious games, PE y PEOU en el entorno.....	425
7.2. Serious Games – Motores de Juego – Hardware Libre.....	428
7.2.1. Aproximación: Incidencia de uso de motores de juego .....	428
7.2.2. Tecnologías para el desarrollo de contenido 2D.....	432
7.2.3. Tecnologías para el desarrollo de contenido 3D.....	434
7.2.4. Tecnologías de hardware para el desarrollo de proyectos.....	437
7.2.5. Entornos para el desarrollo de proyectos a través de la programación ...	439
7.2.6. TAM y tecnología: Optimización de actividades a través de las TIC.....	442
7.3. Modelización y estructura visual de escenarios y procesos .....	451
7.4. Análisis de Procesos y DBR. Contexto de análisis a partir de la intervención en el entorno .....	479
7.5. Descripción de procesos a partir de la participación activa. ....	481
7.6. Entrevista: Narrativas e interacción virtual. ....	488
7.7. Entrevista: Juegos interactivos, gamificación y realidad virtual.....	493
8. CONCLUSIONES .....	499
8.1. Contraste de Hipótesis.....	501

8.2. Conclusiones Generales.....	507
9. DISCUSIÓN .....	513
9.1. Análisis Crítico.....	515
9.2. Aportaciones .....	521
9.3. Nuevas Líneas de Investigación .....	529
10. APLICACIONES.....	537
10.1. Transferencia de Conocimiento.....	539
10.2. Ámbitos de Difusión .....	549
10.3. Aplicaciones Prácticas .....	561
11. BIBLIOGRAFÍA.....	571
11.1. Referencias y Consultas Bibliográficas.....	573
11.2. Referencias Web .....	607
12. GLOSARIO Y TERMINOLOGÍA .....	623
13. ANEXOS .....	685
13.1. Anexo 1: Formularios .....	687
Cuestionario 1 .....	689
Creatividad / Modelo de Aceptación de la Tecnología / Continuo de la Virtualidad .....	689
Environment / Entorno.....	691
Relación: Creatividad-Actividades-Tecnologías .....	695
Uso de Realidad Aumentada (Technology acceptance model).....	697
Uso de Realidad Virtual (Technology acceptance model) .....	700
Uso de Serious Games - Motores de Juegos (Technology acceptance model) .....	702
Cuestionario 2.....	705
Serious Games – Motores de Juego – Hardware Libre.....	705
Serious Games - Motores de Juego .....	707
Technology Acceptance Model (TAM) .....	708
Percepción de utilidad (PU) y Percepción de Facilidad de Uso (PEOU).....	708
Lab/Medialab/Universidad .....	711
13.2. Anexo 2: Tablas de Resultados.....	713
Cuestionario 1 .....	715
Creatividad / Modelo de Aceptación de la Tecnología / Continuo de la Virtualidad .....	715

Cuestionario 2.....	735
Serious Games – Motores de Juego – Hardware Libre.....	735
14. ÍNDICES.....	745
14.1. Índice de Figuras .....	747
14.2. Índice de Tablas .....	757



# RESUMEN





El presente trabajo de investigación describe una serie de fenómenos que comprenden el contexto tecnológico relativo al ámbito del *continuo de la virtualidad* (*virtuality continuum*), propuesto por primera vez por Milgram y Kishino (1994), el cual se compone de cuatro niveles fundamentales, en función del grado y la procedencia (*real* o *virtual*) de la información: *espacio físico*, *realidad aumentada*, *virtualidad aumentada*, y *realidad virtual*. Los fenómenos, por tanto, relativos al continuo de la virtualidad, se configuran como parte del objeto de estudio de este proyecto investigación, partiendo del conjunto de transformaciones que producen, en los diferentes ámbitos, debido a la reconfiguración del espacio en base a la incorporación del factor de la virtualidad: cultural, social, científico-tecnológico, e, incluso, reconfigurando el uso de las propias tecnologías digitales y los dispositivos de hardware.

El conjunto de elementos que conforma el continuo de la virtualidad, observado a partir de un marco de convergencia con otros fenómenos, ha contribuido a que se produzcan una serie de transformaciones en el ámbito relacionado con los procesos creativos y la naturaleza del propio espacio, mediante el proceso evolutivo de las propias interacciones. Los factores que permiten comprender tal proceso de transformación, mediado por el fenómeno de la *virtualidad*, son, entre otros: videojuegos (lo que incluye los *serious games* virtuales), la experiencia de usuario (*user experience* o UX), el diseño de interfaces y superficies interactivas (*user interface* o UI), el compendio de arte digital (que incluye una reflexión en torno a conceptos como el *metadiseño*, el *net.art*, el arte interactivo, e incluso, el arte ASCII), y la robótica (incluyendo los procesos de simulación de robots en espacios virtuales) entre otros. Por otra parte se profundiza en los conceptos que permiten una aproximación teórica a la construcción de conceptos relativos al continuo de la virtualidad, y al mismo tiempo, en la relación entre el entorno (que posee un determinado grado de virtualidad) y el individuo. Entre los conceptos teóricos más relevantes se encuentran los *medios fantasmales* (Harrell, 2013), el *efecto proteo* (Yee, Bailenson y Duchenaut, 2009), el *valle inquietante* (*uncanny valley*) cuyo estudio posee una importancia fundamental a la hora de abordar el diseño de robots y de avatares virtuales de carácter antropomórfico (Mori, MacDorman et Kageki, 2012).

La convergencia de tales fenómenos constituye por tanto un objeto de estudio emergente, que abre el campo de posibilidades de investigación a un número importante de líneas, algunas de las cuales encuentran sus fundamentos en una aproximación que pone el foco en las posibilidades creativas que ofrecen las tecnologías y la interacción con los espacios relativos al continuo de la virtualidad. En un contexto, en el que se observa la emergencia y evolución de tecnologías que posibilitan la mejora de los procesos de interacción, se presenta una oportunidad para abordar una serie de fenómenos susceptibles de transformarse en objetos de estudio.

Tales fenómenos ponen el foco en el potencial, las perspectivas y las posibilidades que ofrece el continuo de la virtualidad, por una parte, y que se basan en la evolución de la propia tecnología. Por otra, el enfoque parte de la transformación de las relaciones e interacciones mediadas por los fenómenos abordados, configurando así nuevas perspectivas que abordan el carácter multidimensional, virtual, y no lineal, del espacio, como puede ser la construcción de las narrativas.

El continuo de la virtualidad se presenta, por lo tanto, como un ámbito de confluencia entre una serie de elementos de carácter emergente, los cuales encuentran una relación directa con el espacio (sea *físico, mixto, o virtual*), inmersos, a su vez, en un proceso de transformación sostenida, a varios niveles: el contexto tecnológico (debido al auge in crescendo de dispositivos digitales y herramientas de hardware, las cuales permiten la interacción con diferentes niveles de realidad física y electrónica), el incremento del potencial de inmersión y simulación, debido a la mejora de los componentes gráficos y sonoros (como la mejora de la sincronización o de la cantidad de frames procesado por segundo por el dispositivo durante el proceso de inmersión), el desarrollo de dispositivos que permiten percibir diferentes niveles de profundidad del sonido, o mismamente la incorporación de la tecnologías hápticas, que permiten incrementar el nivel de realismo en tales procesos de interacción e inmersión.

La naturaleza transversal de la presente investigación, que realiza una serie de aproximaciones, sin embargo, a los aspectos referidos del ámbito tecnológico (más específicamente, tal como se viene refiriendo, al continuo de la virtualidad), pone de relevancia la repercusión de las disciplinas STEAM (ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas). Este ámbito de enfoque multidisciplinar revela un potencial aproximativo a fenómenos de carácter transversal, los cuales son abordados como parte del marco teórico para la posterior construcción del ámbito metodológico, en base a los fenómenos relativos al continuo de la virtualidad. Dentro del marco teórico, que incorpora el propio estado de la cuestión, se toma, como punto de partida de estos fenómenos transversales, una aproximación al conjunto de teorías de la creatividad teorizadas y estudiadas, teniendo, a su vez, presente el contexto de evolución de las tecnologías digitales y los dispositivos interactivos. Es por ello que la incorporación del factor tecnológico da lugar a procesos de carácter emergente para la generación de ideas, dentro de nuevos ámbitos de interacción, como el *brainstorming electrónico* (Buisine et al., 2012). Los procesos de interacción fundamentados en el desarrollo de ideas, y mediados, a su vez, por tecnologías que permiten el acceso a diferentes niveles de virtualidad, han incorporado, gracias a la integración en el continuo de la virtualidad, un nuevo carácter dimensional en lo que a la relación con el espacio y el tiempo se refiere. Las dimensiones de interacción emergentes (gracias a la evolución de los dispositivos), y la jugabilidad (gameplay) incrementan el espectro de posibilidades en relación a la generación e intercambio de ideas (y, en términos generales, en los procesos creativos), en contextos donde la componente tecnológica que permite interactuar con la virtualidad tiene un carácter relevante.

Los aspectos teóricos que son abordados en el presente trabajo de investigación ponen, a su vez, de relevancia las líneas de investigación emergentes, que tienen un vínculo con el potencial que ofrecen los espacios virtuales en lo relativo al desarrollo de proyectos o mismamente la generación de información y comunicación, aspectos abordados a través de lo que Bourdieu (1993) denomina el *espacio de posibles*. La investigación, que desde un punto de vista del potencial creativo, realiza una aproximación al tema de las tecnologías interactivas e inmersivas (con diferente grado de *virtualidad*), incorpora necesariamente perspectivas retóricas y simbólicas, poniendo al mismo tiempo el foco en los aspectos transversales y los ámbitos de potencial aplicabilidad, como son la ergonomía cognitiva, las ciencias de la educación, o la investigación científica, con las implicaciones relativas a las transformaciones que se producen en diferentes ámbitos de estudio como resultado de la incorporación de realidad aumentada y mixta, o espacios virtuales. Fenómenos emergentes como la *sociedad de coste marginal cero* o el *procomún colaborativo* (Rifkin, 2014) son, por ello, producto de la influencia del proceso de transformación del espacio, potenciado por el carácter multidimensional del continuo de la virtualidad.

En el marco teórico se abordan otras perspectivas que permiten una serie de aproximaciones a la explicación de ciertos aspectos relativos al funcionamiento de los sistemas, incorporando el factor de las interacciones. Entre las teorías que realizan una aproximación, dentro del marco teórico, al funcionamiento de los sistemas, se aborda, entre otras, la denominada *teoría del actor-red*, *teoría del actante-rizoma*, o *filosofía de la traducción* (Latour, 2005), así como los fenómenos relativos a la individuación, formulados por Simondon en los años 60 (en Simondon, 2012). También se pone el foco en aproximaciones que describen los fenómenos de convergencia de ámbitos que abarcan el contexto STEAM, como la que se produce entre creatividad y computación (dando lugar a la simulación de los procesos de interacción con el entorno natural en ámbitos virtuales, en lo que se denomina *creatividad computacional*). Los procesos de interacción de los individuos con los medios digitales y computacionales (a través del contexto relativo a la computación) se presentan, de esta manera, como componentes fundamentales del marco teórico.

En el contexto de la práctica y la interacción con los dispositivos digitales, los espacios virtuales y el hardware (en el espacio físico), se tiene a su vez, el potencial de la robótica como fenómeno emergente en los procesos de aprendizaje situado, en las dos primeras décadas del siglo XXI. El fundamento de la incorporación de robots en los procesos de interacción con una componente heurística relevante (en investigación y educación, fundamentalmente) pretende, a través de la convergencia entre disciplinas que conforman el STEAM, optimizar los procesos de interacción, heurísticos y creativos. La robótica se presenta, también, como una oportunidad para conocer las estructuras de diferentes tipos de lenguajes de programación, aquello que implica a su vez, la

configuración y estructuración del pensamiento humano y su interacción con el medio, sea este físico, virtual, o incorporado en la realidad mixta.

La naturaleza de las interacciones entre los usuarios y el entorno conforma también una parte fundamental del objeto de estudio del presente trabajo de investigación. Tales interacciones son abordadas desde ámbitos de estudio como son la *interacción humano-computadora* o HCI (*human computer interaction*), la *interfaz de usuario* (UI) o la *experiencia de usuario* (UX), los cuales se presentan como fenómenos fundamentales para comprender los aspectos que rigen el funcionamiento de los espacios implícitos en el continuo de la virtualidad, favoreciendo, además, el proceso de configuración de la metodología de investigación, la cual incorpora los procesos de interacción en el ámbito estudiado. Tales elementos se encuentran enmarcados en las líneas de investigación que se abordan en el presente trabajo, cuyo proceso de aproximación a parte de las disciplinas que conforman el STEAM, pone el foco en la necesidad de plantear un contexto de análisis que aborde el estudio de las interacciones, a través de la descripción de las diferentes componentes del continuo de la virtualidad: la realidad virtual (incluyendo los videojuegos y serios games), la realidad aumentada, el arte digital y transmedia, las tecnologías hápticas, la robótica, y la simulación. La componente dimensional de las aportaciones emergentes del continuo de la virtualidad (más específicamente en el ámbito virtual y aumentado), ha supuesto una transformación de los procesos creativos, ya que se ha podido *prolongar* el espacio, *aumentar* el grado de información disponible (a través de la realidad aumentada y mixta), o *simular* experiencias en el espacio virtual.

La emergencia y la consolidación de las tecnologías e interfaces, que permiten la interacción con el continuo de la virtualidad, abren la posibilidad a aplicaciones dentro de áreas de estudio de carácter heterogéneo, donde el espacio se configura como un laboratorio de experimentación.

La cuestión relacionada con los diferentes objetos de estudio se aborda, por lo tanto, desde diferentes perspectivas y aproximaciones subyacentes en las estrategias de recogida de datos, partiendo de la reflexión que incorpora la necesidad de implicar el cuadro de las disciplinas STEAM, describiendo los fenómenos de convergencia entre artes, creatividad, ciencia, y tecnología, incrementando el potencial de mediación gracias a la realidad virtual, la realidad aumentada, y la incorporación del factor lúdico-narrativo, entre otros. La interacción, simulación y prolongación del espacio, gracias a la incorporación e implantación de tecnologías digitales, son los factores fundamentales estudiados en el presente trabajo de investigación, donde, a su vez, son observadas las transformaciones producidas en las heurísticas y los contextos creativos.

Las componentes del continuo de la virtualidad (espacio físico, realidad aumentada, virtualidad aumentada, y realidad virtual), y los fenómenos transversales, analizados desde la perspectiva del propio continuo (videojuegos y serios games virtuales, dispositivos de hardware de código abierto, o construcción de narrativas), son

analizados a partir de la fundamentación en el *modelo de aceptación de la tecnología* (*Technology Acceptance Model* ou TAM) (Davis, 1989). Este modelo incorpora dos aproximaciones esenciales: la *percepción de utilidad* (PU), y la *percepción de facilidad de uso* (PEOU). La PU revela información relativa a la percepción que tienen los usuarios de que se produzcan mejoras en el desempeño (performance) de las actividades que se realizan, mediante la inclusión de una innovación (incluyendo tecnologías digitales o hardware) o una transformación del entorno con el que se interactúa (el cual incorpora un determinado grado de virtualidad). Por otro lado, la PEOU encuentra una relación directa con el esfuerzo ergo-cognitivo que implica la interacción directa con tal escenario, entorno, o tecnología. Ambos factores incorporan una serie de aproximaciones que ayudan a medir el grado en que pueden ser implantadas innovaciones en un determinado contexto, desde la perspectiva que aborda el fenómenos del continuo de la virtualidad.

El fenómeno de convergencia entre el entorno, la interactividad y las tecnologías (que incorporan algún grado de virtualidad dentro del continuo), implica a su vez un proceso de reflexión alrededor de los cuadros de referencia que existen sobre la base de tal convergencia, y que permiten, por lo tanto, una definición de la metodología descriptiva de escenarios complejos, donde se encuentran implicados una serie de factores. Una aproximación que describe los fenómenos prácticos, relativos al continuo de la virtualidad, es el *Digital Game-Based Learning* o DGBL (Prensky, 2001), que incorpora componentes de carácter transversal, relativos al continuo de la virtualidad para proponer una aplicación de los mismos a los contextos de la investigación y la educación, estableciendo, a su vez, algunas directrices para incluir en el análisis los procesos de interacción con entornos físicos o virtuales, con dispositivos tecnológicos (hardware y software), donde se presenta, a su vez un carácter colaborativo y un grado elevado de intervención en el entorno.

Los conceptos de naturaleza teórica (dentro del espectro del estudio cualitativo) parten de un contexto de referencia que presenta, a su vez, un elevado grado de complejidad. La teoría fundamentada o *grounded theory* (Strauss y Corbin, 1994), constituye de esta manera una componente metodológica que permite la elaboración de escenarios a partir de la observación del entorno y del contenido que ha sido analizado, de manera que el proceso de elaboración de métodos para la descripción de atributos y de las interacciones dentro de los sistemas, se produce a medida que se obtiene información en el proceso de análisis. La teoría fundamentada es usada, en el presente trabajo de investigación, para la observación y estructuración de las interacciones y los flujos (incluyendo los de comunicación) de los sistemas de representación, en proyectos llevados a cabo en labs, que utilizan componentes con algún grado de virtualidad en la interacción con el entorno (físico, mixto, virtual), entre usuarios, o con las propias interfaces de los dispositivos.

Para visualizar de las interacciones y los elementos que forman parte de los sistemas, a partir de la evaluación de los mismos, implícitos en los proyectos analizados, se ha propuesto en una primera instancia, el uso del *lenguaje unificado de modelado* (UML), que se constituye como un estándar para la descripción gráfica y visual de la estructura y el funcionamiento de los propios sistemas. Sin embargo, al tratarse los proyectos que conforman el objeto de análisis, como sistemas de carácter dinámico, se han incluido otros sistemas de representación que no entran dentro de la categorización de los estándares, sino dentro de aquella de las especificaciones, como el *IMS Learning Design*. El IMS Learning Design constituye un metalenguaje utilizado para la descripción de escenarios, dentro de los cuales se producen interacciones entre el usuario y el entorno, y cuyo uso en la simulación de sistemas en contextos educativos y de investigación, que tienen como componente fundamental la interacción, los ámbitos de trabajo interdisciplinar, y los procesos colaborativos entre individuos, ha permitido realizar una serie de aproximaciones para describir la naturaleza de los sistemas (proyectos) que presentan un grado determinado de interacción con los entornos virtuales. El IMS LD usa la metáfora del teatro para describir escenarios, dentro de los cuales, las interacciones del usuario con el entorno permiten categorizar, de modo esquemático, narrativas y dinámicas fundamentadas en las interacciones, y que por otra parte tienen como objetivos, el desarrollo de competencias ligadas a la investigación y la búsqueda de nuevas problemáticas, así como el impulso de las prácticas que se fundamentan en la heurística y la solución creativa a problemáticas emergentes. Para que la visualización de los proyectos estudiados (a partir de la categorización como sistemas) sea inteligible, a partir de los principios del UML, por una parte, y la categorización del IMS LD, por otra (teniendo en cuenta que uno es un estándar y otro una especificación), los proyectos representados en el presente trabajo de investigación son representados como organigramas de programación (o de flujo), de modo que su lectura pueda ser fácilmente comprensible para el lector que no se encuentre familiarizado con el UML.

El análisis de los elementos que componen el objeto de estudio en la presente investigación es abordado, también, en base a tres conceptos: *el contexto narrativo* (o los eventos que se producen en un ámbito determinado, y cómo son configurados), *el contexto tecnológico* (que incorpora los fenómenos de los motores de juegos, los motores gráficos, los dispositivos que permiten un grado de interacción constructiva con los diferentes niveles constituyentes del continuo de la virtualidad –esencialmente la realidad virtual y la realidad aumentada, los dispositivos de hardware que incorporan una aproximación constructivista, etc.), y la *implementación de estrategias y prácticas* en los ámbitos espaciales de naturaleza heterogénea, poniendo el foco en la descripción de las interacciones de los individuos con los entornos –sean estos de carácter físico, mixto, o virtual- y con la tecnología como eje de mediación.

Los resultados de la investigación presentan escenarios de convergencia entre disciplinas, permitiendo observar una serie de transformaciones en las prácticas,

llevadas a cabo para la realización de proyectos que incorporan una componente creativa y constructivista relevante, mediadas por tecnologías que permiten acceder a entornos con un grado de virtualidad determinado. La discusión, en torno a la configuración de escenarios, donde el continuo de la virtualidad tenga un grado de importancia notable, posibilita la reflexión en torno a la incorporación de líneas de investigación emergentes, a la vez que plantea aproximaciones en lo referente a las implicaciones prácticas, que parten de los fenómenos analizados, cuyo potencial es objeto de estudio en los presentes contextos: social, educativo, tecnológico, científico, artístico y creativo.





# ABSTRACT

*Experimental Creation in Digital Space: Collaborative Digital  
Environments and Multimedia Labs*



This research describes a series of events that comprise the technological context on the scope of the virtuality continuum, first proposed by Milgram and Kishino (1994), which consists of four basic levels, depending on the extent and origin (real or virtual) of information: physical space, augmented reality, augmented virtuality and virtual reality.

The phenomena relative to the virtuality continuum are configured as part of the subject matter of this project research, based on the set of transformations that occur in different areas, due to the reconfiguration of space based on the incorporation of virtuality: cultural, social, scientific-technological, and even reconfiguring themselves using digital technologies and hardware devices.

The set of elements making up the virtuality continuum, observed from a convergence framework with other phenomena, have contributed to a series of transformations in the field related to the creative processes and the nature of space itself and is produced by the evolutionary process of the interactions themselves. The factors that allow us to understand this transformation process, mediated by the phenomenon of *virtuality*, include: video games (including the *serious virtual games*), user experience (UX), interface design and interactive surfaces (*user interface* or UI), the epitome of digital art (including a reflection on concepts like *meta-design*, *the net.art*, interactive art, and even ASCII art), and robotics (including simulation processes robots in virtual spaces) among others.

Moreover, it delves into the concepts that allow a theoretical approach to the construction of concepts relating to the virtuality continuum, simultaneously to the relationship between the environment (which has a certain degree of virtuality) and the individual. Among the most relevant theoretical concepts are the *Phantasmal Media* (Harrell, 2013), the *Proteus effect* (Yee, Bailenson and Duchenaut, 2009), or the *Uncanny valley*, which is study is of fundamental importance in addressing the design robots and virtual avatars of anthropomorphic character (Mori, MacDorman and Kageki, 2012).

The convergence of these phenomena is therefore an object of emerging study, which opens field research opportunities to a large number of trajectories, some of which find their basis in an approach that puts the focus on the creative potential of technologies and interaction with the spaces relative to the virtuality continuum. In a context where the emergence and evolution of technologies, which enables betterment of interaction processes, are observed, it appears the opportunity to address a number of phenomena can be transformed into objects of study. Such phenomena put the focus on the potential possibilities and perspectives offered by the virtuality continuum on one hand, as well as based on the evolution of the technology itself, on the other hand. Furthermore, the focus derives from the transformation of relationships and interactions mediated by the

discussed phenomena, hence setting up new perspectives that address the multi-dimensional, virtual, and nonlinear nature of space, such as the construction of narratives.

The virtuality continuum arises as an area of confluence between a series of elements of emerging nature, which are directly related to space (such as: physical, mixed, or virtual), immersed in turn in a process of sustained transformation at various levels: the technological context (due to the rise *in crescendo* of digital devices and hardware tools, which allow interaction with different levels of physical and electronic reality), increase of potential for immersion and simulation, due to the improved graphics and sound components (such as improved synchronization or the number of frames processed per second by the device during the dipping process), the development of devices that receive different depths sound, or equally incorporating haptic technologies that increase the level of realism in such processes of interaction and immersion.

The cross-sectional nature of this study deploys a variety of approaches related to aforementioned aspects of the technological field (more specifically the virtuality continuum), serves to underline the impact of the disciplines STEAM (science, technology, engineering, arts and mathematics). This area of multidisciplinary approach reveals a potential approximate of cross-cutting phenomenon, which are addressed as part of the framework for the subsequent construction of the methodological level, based on the phenomena related to the virtuality continuum.

The initial point of these transversal phenomena, founded within the theoretical framework that incorporates state of art itself, generates an approximation to the set of theories of creativity theorized and studied, and presents the evolution the context of digital technology and interactive devices. That is why the incorporation of technological factor results in emerging nature processes for the generation of ideas, in new areas of interaction, such as electronic brainstorming (Buisine et al., 2012).

The interaction grounded in the development of ideas, and mediated on technologies that allows access to different levels of virtuality, has incorporated a new dimensional character related with space and time due to integration of virtuality continuum.

The dimensions of emerging interaction (thanks to the evolution of the devices), and gameplay increase the spectrum of possibilities in relation to the generation and exchange of ideas (generally speaking about creative processes), in contexts where the technological component that allows interaction with virtuality has a relevant character.

The theoretical aspects addressed in this study lay in turn relevant emerging lines of research that have a link with the potential of virtual spaces in relation to development projects or equally the origination of information and communication aspects addressed through what Bourdieu (1993) calls the *space of possibilities*.

The research, from the point of view of creative potential, makes an approach to the interactive and immersive technologies (with varying degrees of virtuality), necessarily incorporates rhetorical and symbolic perspectives, while focusing on cross-cutting issues and potential areas of applicability, such as cognitive ergonomics, educational sciences or scientific research, with the implications for the transformations that occur in different fields of study as a result of incorporating augmented and mixed reality, or virtual spaces.

Emergent phenomena, such as the *zero marginal cost society* or *collaborative commons-based peer products* (Rifkin, 2014) are the product of the influence of space transformation powered by multidimensional virtuality continuum.

The theoretical framework displays various perspectives that allow a number of approaches to the explanation of certain aspects of systems' operation incorporating factor interactions. Among the theories implied within the theoretical framework, the systems' operation is addressed the so-called *actor-network theory* (Latour, 2005), and phenomena related to individuation, introduced by Simondon in the 60's (in Simondon, 2012).

It's also centred on approaches that describe the phenomena of convergence of areas that encompass the STEAM context, for instance the convergence between creativity and computing (resulting in the simulation of the processes of interaction with the natural environment in virtual fields, called *computational creativity*). The process of interaction among individuals with digital and computer media (through the relative context on the computer) are presented as fundamental components of the framework.

In the context of practice and interaction with digital devices, virtual spaces and hardware (in physical space), contain the potential of robotics as an emerging phenomenon in the learning processes located in the first two decades of the century. The rationale for the inclusion of robots in the process of interaction with a relevant heuristic component (mainly in research and education) aims, through the convergence of disciplines that make up the STEAM, to optimize the processes of interaction, heuristics and creativity. Robotics also presents an opportunity to know the structures of different types of programming languages, what implies in turn, configuration and structure of human thought and its interaction with the environment, either physical, virtual, or incorporated into the mixed reality.

The nature of the interactions between users and the environment also forms an essential part of the subject matter of this research. Such interactions are approached from fields like for example: *human-computer interaction* or *HCI*, *the user interface (UI)* and *user experience (UX)*, which are presented as fundamental phenomena to understand aspects governing the operation of embedded spaces in the virtuality continuum, likewise

favoring the process of setting up the research methodology, which incorporates the interaction processes in the studied area.

Those elements are framed within the research and properly addressed in this study, so the process of approximation of the disciplines pertaining to STEAM, center on the need to establish a context analysis that addresses the study of interactions, through the description of the different components of the virtuality continuum: *virtual reality* (including video games and serious games), *augmented reality*, *digital art* and *trans media*, *haptic technologies*, *robotics*, and *simulation*. The dimensional component of the emerging contributions of virtuality continuum (more specifically in the virtual and augmented area), has been a transformation of the creative process, since it has been able to *prolong* the space, increase the level of information available (through augmented and mixed reality) or simulate experiences in the virtual space.

The emergence and consolidation of technologies and interfaces that allow interaction with the virtuality continuum generate the possibility to applications within study areas of heterogeneous nature, where space is configured as an experimental laboratory.

The question related to the different objects of the study is addressed from different perspectives and approaches underlying the strategies for data collection, based on the reflection that incorporates the need to include the STEAM disciplines framework describing the convergence phenomena between arts, creativity, science, and technology, increasing the potential for mediation thanks to virtual reality, augmented reality, and the incorporation of ludic - narrative factor, among others. The interaction, simulation and extension of space, thanks to the incorporation and implementation of digital technologies, are key factors studied in this research, in which, in turn, transformations produced in the heuristics and creative contexts are observed.

The components of virtuality continuum (physical space, augmented reality, augmented virtuality and virtual reality), and transversal phenomena, analyzed from the perspective of the continuum itself (video games and serious virtual games, hardware open source devices, or narrative construction) are analyzed from the basis of *Technology Acceptance Model* or *TAM* (Davis, 1989). This model incorporates two basic approaches: *perceived usefulness (PU)* and *perceived ease-of-use (PEOU)*. The PU reveals information concerning the perception of users that improvements occur in the performance of the activities conducted by the inclusion of an innovation (including digital technologies or hardware) or by transformation of the environment in which they interact (incorporates a degree of virtuality).

On the other hand, PEOU is directly related to the ergo-cognitive effort that involves direct interaction with such a setting, environment or technology. Both factors incorporate a number of approximations that help to measure the extent to which innovations can be implemented in a given context from the perspective that addresses the phenomena of virtuality continuum.

The phenomenon of convergence between the environment, interactivity and technology (incorporating some degree of virtuality within the continuum), in turn implies a process of reflection about reference framework that exists on the basis of such convergence and allows a definition of descriptive methodology of complex settings, where several factors are involved. One approach that describes the practical phenomena related to the virtuality continuum is the *Digital Game-Based Learning* or *DGBL* (Prensky, 2001). DGBL incorporates components of a transversal nature, related to the virtuality continuum in order to propose an application in the contexts of research and education. In the same time, some guidelines are established in the analysis to include the processes of interaction with physical or virtual environments, with technological devices (hardware and software), where a collaborative nature and a high degree of intervention in the environment occurs.

The concepts of theoretical nature (within the spectrum of the qualitative study) are based on a context of reference which presents a high degree of complexity. The *grounded theory* (Strauss and Corbin, 1994) constitutes in this way a methodological component that allows the development of scenarios from the observation of the environment and the content that has been analysed, so that the process of elaborating methods to describe attributes and interactions within systems occurs as information is obtained in the process of analysis. The grounded theory is used in this research for observation and structuring interactions and flows (including communication ones) of representation of systems in projects carried out in labs, which use components with some degree of virtuality in the interaction with the environment (physical, mixed, virtual) among users, or with device interfaces themselves.

The use of Unified Modelling Language (UML), which constitutes a standard for graphic and visual description of the structure and functioning of the systems themselves, has been proposed in the first instance in order to visualize from the interactions and the elements of system, from evaluation of the systems, implicit in the reviewed projects.

However, being the projects forming the object of analysis, like systems of a dynamic character, other systems of representation, which do not fall within the categorization of standards but within that of the specifications such as IMS Learning Design, are included.

The IMS Learning Design is a meta language used to describe scenarios, where occur interactions between the user and the environment, used in the simulation of the systems in research and educational contexts that contain interaction, areas of interdisciplinary work and collaborative processes between individuals as fundamental components, has allowed a number of approximations to describe the nature of the systems (projects) that have a certain degree of interaction with virtual environments.

The IMS LD uses the metaphor of the theatre to describe scenarios, within which, the user's interactions with the environment allow categorize in an schematic way narratives



and dynamics based in the interactions and which on the other side have as objectives the development of skills related to research and search for new issues as well as the promotion of practices that are based on heuristics and creative solutions to emerging problems.

For an ease understanding of visualization of the studied projects (starting from categorization as systems), as of the principles of UML on the one hand, whereas the categorization of IMS LD on the other (considering that one is a standard and another one specification), the projects presented in this research are represented as programming charts (or flow), hence that its reading can be easily understood by the reader who is not familiar with the UML.

The analysis of the elements of the object of study in this research is approached on the basis of three concepts: the narrative context (or the events that occur in a given area and how they are set), technological context (which includes the phenomena of game engines, graphics engines, devices that allow a degree of constructive interaction with the various components of the virtuality continuum, essentially the virtual reality and augmented reality, hardware devices incorporating a constructive approach, etc.), and implementation of strategies and practices in the spatial areas of heterogeneous nature, focusing on describing the interactions of individuals with these environments, whether physical, mixed, or virtual character - and with technology as the core of mediation .

The results of the research show scenarios of convergence between disciplines, allowing observing a series of transformations in practice, carried out in order to conduct projects that incorporate a relevant creative and constructivist component, mediated by technologies that allow access to environments with a certain degree of virtuality. The discussion about the configuration of scenarios where the virtuality continuum would have a remarkable degree of importance, allows reflection around incorporation of emerging research lines, while raising approximations regarding practical implications which are based on the analysed phenomena, which potential is the object of study in the following contexts: social, educational, technological, scientific, artistic and creative.

# ZUSAMMENFASSUNG

*Experimentelles Schaffen im digitalem Raum: Gemeinschaftliche digitale Umfelde und Multimedia Labore*



Die vorliegende Forschungsarbeit untersucht eine Reihe von Phänomenen, die den technologischen Kontext des *Virtuality Continuum* umfassen, ein Begriff, den von Milgram und Kishino (1994) erstmals formuliert wurde und aus vier grundsätzlichen von der Informationsmenge und -ursprung (*reel* oder *virtuell*) abhängenden Ebenen besteht: *physischem Raum*, *erweiterter Realität*, *erweiterter Virtualität* und *virtueller Realität*. Die dem *Virtuality Continuum* entsprechenden Phänomenen bilden einen Teil des Untersuchungsgegenstandes dieses Forschungsprojektes, das von der Gesamtheit der Veränderungen ausgeht, die solche Phänomene in verschiedenen (kulturellen, sozialen, wissenschaftlich-technischen) Bereichen aufgrund der Rekonfiguration des Raumes infolge der Einführung des Virtualitäts-Faktors verursacht haben, so dass sogar die Anwendung von digitalen Technologien und Hardware umgestaltet wird.

Die Gesamtheit der Elemente, die das *Virtuality Continuum* bilden, von der Absicht der Konvergenz mit anderen Phänomenen aus beobachtet, haben zur Entstehung einer Reihe von Veränderungen im Bereich der kreativen Prozesse und auch in der Natur des Raumes durch den Evolutionsprozess der Interaktionen beigetragen. Die Faktoren, die das Verständnis solches vom Phänomen der Virtualität vermittelten Veränderungsprozesses ermöglichen, sind u. a.: Videospiele (einschl. virtuelle *Serious Games*), *User Experience* (UX), *User Interface* (UI), digitale Kunst (einschl. Reflexion über Begriffe wie *Metadesign*, *net.art*, interaktive Kunst und sogar ASCII-Kunst) und Robotik (inkl. Simulation von Robotern in virtuellen Bereichen). Andererseits werden Kategorien analysiert, die einen theoretischen Ansatz zur Bildung von Begriffen bezüglich des *Virtuality Continuum* und zugleich des Verhältnisses zwischen Umgebung, die einen bestimmten Virtualitätsgrad hat, und Individuum. Unter den relevantesten Begriffen findet man die *Phantasmal Media* (Harrell, 2013), der *Proteus Effekt* (Yee, Bailenson und Ducheaut, 2009), das *Uncanny Valley* (Mori, MacDorman und Kageki, 2012), dessen Forschung besonders wichtig für das Design von anthropomorphischen Robotern und virtuellen Avataren ist.

Die Konvergenz solcher Phänomene wird ein emergenter Untersuchungsgegenstand, der den Horizont von Forschungsmöglichkeiten in mehreren Richtungen erweitert. Einige dieser Forschungsrichtungen haben ihre Grundlagen in einem Denkansatz, der den Schwerpunkt auf die kreativen Möglichkeiten der Technologien und die Interaktion mit Räumen in Zusammenhang mit dem *Virtuality Continuum* legt. In einem Kontext, wo die Emergenz und Evolution von Technologien, die die Interaktionsprozesse verbessern, festgestellt wird, ergibt sich die Gelegenheit zur Analyse einer Reihe von Phänomenen, die Untersuchungsgegenstände werden können. Einerseits heben solche Phänomene das Potential, die Perspektiven und die Möglichkeiten hervor, die das *Virtuality Continuum* aufgrund der Evolution der Technologie anbietet. Andererseits geht der Denkansatz von der Veränderung der von den analysierten Phänomenen vermittelten Beziehungen und Interaktionen aus, so dass neue Perspektiven über die multidimensionalen, virtuellen und nicht linearen Charakter des Raumes, wie die Narrativbildung, entwickelt werden.

Das Virtuality Continuum stellt sich als ein Konvergenzbereich zwischen einer Reihe von auftauchenden Elementen dar, die ein unmittelbares Verhältnis zum (*physischen, virtuellen* oder *gemischten*) Raum haben und sich in einem ständigen Veränderungsprozess auf verschiedenen Ebenen befinden. Diese Ebenen sind: der technologischen Kontext (aufgrund der Aufschwung der digitalen Geräte und Hardware, die die Interaktion mit unterschiedlichen physischen und elektronischen Realitätsebenen ermöglichen), die Erhöhung des Immersions- und Simulationspotentials durch die Verbesserung der Grafik- und Audiogeräte (z. B. die Verbesserung der Synchronisation oder die Zunahme der verarbeiteten Bilder pro Sekunde während des Immersionsprozesses), die Entwicklung von Geräten, die die Wahrnehmung von verschiedenen Tiefenstufen des Tons oder selbst die Eingliederung der haptischen Technologien, die den Grad an Realismus bei den Interaktions- und Immersionsprozess steigert, ermöglichen.

Die Transversalität dieser Forschungsarbeit, die eine Reihe von Analysen der obengenannten Aspekte des technologischen Gebietes und besonders des Virtuality Continuum anbietet, hebt die Wichtigkeit der STEAM-Disziplinen (Wissenschaft, Technologie, Ingenieurwissenschaft, Kunst und Mathematik) hervor. Solch multidisziplinärer Ansatz zeigt ein Analysen- und Erklärungspotential von transversalen Phänomenen, die als Teil des theoretischen Rahmens zur späteren Konstruktion des methodologischen Ansatzes mit Beziehung zu Phänomenen des Virtuality Continuum untersucht werden. Innerhalb des theoretischen Rahmens, der den Diskussionsstand mitberücksichtigt, nimmt man als Ausgangsbasis zur Analyse solcher transversalen Phänomene eine Studie der Theorien der Kreativität in Zusammenhang mit dem Evolutionskontext der digitalen Technologien und interaktiven Geräte. Daher gibt die Einbeziehung des technologischen Faktors Anlass zu emergenten Prozessen zur Ideenbildung bei den neuen Interaktionsgebieten wie das *elektronische Brainstorming* (Buisine et al., 2012). Die Interaktionsprozesse, die auf Ideenentwicklung basieren und ebenso durch den Zugang zu Technologien, die verschiedenen Virtualitätsebenen ermöglichen, vermittelt sind, haben dank der Integration im Virtuality Continuum einen neuen dimensional Charakter mit Beziehung zu Raum und Zeit inkorporiert. Die emergenten Interaktionsdimensionen (aufgrund der Evolution der Geräte) und die Spielmechanik (*Gameplay*) erweitern den Möglichkeitshorizont in Zusammenhang mit der Entwicklung und dem Austausch von Ideen (im Allgemeinen den kreativen Prozessen) in Kontexten, wo das technologische Element, das die Interaktion mit der Virtualität ermöglicht, relevant ist.

Die in dieser Forschungsarbeit analysierten theoretischen Aspekte heben die emergenten Forschungsrichtungen hervor, die eine Verknüpfung mit dem von virtuellen Räumen angebotenen Potential in Bezug auf Projektentwicklung oder Produktion von Information und Kommunikation haben. Diese Aspekte werden dadurch analysiert, was Bourdieu (1993) *Raum des Möglichen* genannt hat. Aus dem Standpunkt des kreativen Potentials zieht die Untersuchung die interaktiven und immersiven Technologien in Betracht und

somit inkorporiert sie unbedingt die rhetorischen und symbolischen Perspektiven und konzentriert sich auf die transversalen Aspekte und die möglichen Anwendungsbereiche (wie die kognitive Ergonomie, die Erziehungswissenschaften oder die wissenschaftliche Forschung), sowie auf die Auswirkungen der Veränderungen in unterschiedlichen Forschungsfelder aufgrund der Eingliederung von erweiterter und gemischter Realität oder von virtuellen Räumen. Emergente Phänomene wie die *Null-Grenzkosten-Gesellschaft* oder das *kollaborative Gemeingut* (Rifkin, 2014) sind also ein Produkt des Einflusses des Raumveränderungsprozesses, der durch das multidimensionale Wesen des Virtuality Continuum potenziert wird.

Andere Perspektiven werden auch im theoretischen Rahmen untersucht, die eine Reihe von Erklärungsversuche bestimmter Aspekten des Funktionierens der Systeme ermöglichen. Unter der Theorien, die das Funktionieren der Systeme untersuchen, werden die sogenannte *Akteur-Netzwerk-Theorie*, *Aktant-Rhizom-Theorie* und die *Philosophie des Übersetzens* (Latour, 2005) und auch die in den 60er Jahren von Simondon formulierte Theorie der Individuationsphänomene (Simondon, 2012) betrachtet. Ein weiterer Schwerpunkt ist die Analyse von Ansätzen, die die Phänomene der Konvergenz von Bereichen innerhalb des STEAM-Kontextes beschreiben, wie die zwischen Kreativität und Computing, die die Simulation von Interaktion mit der natürlichen Umgebung in virtuellen Bereichen, die sogenannte *computerbasierte Kreativität*, zu Stande gebracht hat. Die Interaktionsprozesse zwischen Einzelnen und digitalen Medien durch Computing zeigt sich als ein Grundbestandteil des theoretischen Rahmens dieser Forschungsarbeit.

Im Kontext der Benutzung von und Interaktion mit digitalen Geräten, virtuellen Bereichen und Hardware (im physischem Raum) ist das Potential der Robotik im Zuge der ersten beiden Jahrzehnten des 21. Jahrhunderts als emergentes Phänomen für das situierte Lernen aufgetaucht. Die Einführung von Robotern in die Interaktionsprozesse mit einem wichtigen heuristischen Element (besonders in Forschung und Erziehung) strebt danach, durch die Konvergenz der STEAM-Disziplinen die heuristischen, kreativen Interaktionsprozesse zu optimieren. Die Robotik stellt sich auch als eine Gelegenheit dar, die Struktur verschiedener Arten von Programmiersprachen zu kennen, was die Ausgestaltung und Strukturierung des menschlichen Denkens und seine Interaktion mit der Umgebung (sei es nun physisch, virtuell oder in gemischter Realität inkorporiert) voraussetzt.

Das Wesen der Interaktionen zwischen Benutzer und Umgebung bildet gleichermaßen einen grundlegenden Teil des Untersuchungsgegenstandes dieser Forschungsarbeit. Solche Interaktionen werden aus den Forschungsansätzen von *Human Computer Interaction* (HCI), *User Interface* (UI) oder *User Experience* (UX) analysiert. Diese Dimensionen sind fundamental zum Verständnis der Mechanismen, die das Funktionieren der im Virtuality Continuum einbezogenen Räume bestimmen; dies wirkt sich auf die Konfiguration der Methodologie aus, die die Interaktionsprozesse des geforschten

Bereiches inkorporiert. Solche Elemente sind dem Rahmen der Forschungsrichtungen dieser Forschungsarbeit zugeordnet, dessen Ansatz aus den STEAM-Disziplinen ausgeht und die Notwendigkeit einer Analyse der Interaktionen durch die unterschiedlichen Bestandteile des Virtuality Continuum betont. Diese Bestandteile sind: die virtuelle Realität (darunter Videospiele und Serious Games), die erweiterte Realität, die digitale und transmedia Kunst, die haptische Technologien, die Robotik und die Simulation. Die kreativen Prozesse sind von den Beiträgen des Virtuality Continuum in verschiedenen Dimensionen verändert worden, insofern es jetzt möglich ist, den Raum zu *vergrößern*, die verfügbare Informationsart zu *erweitern* und Erfahrungen (durch gemischte und erweiterte Realität) im virtuellen Bereich zu *simulieren*.

Die Emergenz und Konsolidierung der Technologien und Interfaces, die die Interaktion mit dem Virtuality Continuum ermöglichen, eröffnen neue Anwendungsmöglichkeiten innerhalb heterogener Forschungsfelder, wo der Raum als ein Labor zum Experimentieren gestaltet wird.

Die verschiedenen Untersuchungsgegenstände werden aus unterschiedlichen Perspektiven und Ansätzen in Angriff genommen, die den Strategien zur Datensammlung zu Grunde liegen. Schwerpunkte sind, die Wichtigkeit der STEAM-Disziplinen hervorzuheben, die Konvergenz zwischen Künsten, Kreativität, Wissenschaft und Technologie zu beschreiben, das Potential der Vermittlung durch die virtuelle Realität, die erweiterte Realität und die Einbeziehung des spielerisch-narrativen Faktors zu erhöhen. Interaktion, Simulation und Raumvergrößerung durch digitale Technologien sind die grundlegenden Faktoren, die in dieser Forschungsarbeit untersucht werden; außerdem werden die Veränderungen in Heuristiken und kreativen Kontexten analysiert.

Die Elemente des Virtuality Continuum (physischer Raum, erweiterte Realität, erweiterte Virtualität und virtuelle Realität) und die transversalen Phänomene, die aus der Perspektive desselben Continuum (Videospiele, virtuelle Serious Games, Open-Source Hardware oder Narrativbildung) betrachtet werden, werden anhand des *Technology Acceptance Model (TAM)* (Davis, 1989) analysiert. Dieses Model inkorporiert zwei wesentliche Ansätze: *Perceived Usefulness (PU)* und *Perceived Ease of Use (PEOU)*. PU stellt Information über die Empfindung der Benutzer, dass die Arbeitsleistung (*performance*) durch die Anwendung einer bestimmten Technologie (Software oder Hardware) oder durch eine Veränderung der Umgebung mittels Virtualisierung verbessert wird. Andererseits hat die PEOU ein unmittelbares Verhältnis zum wahrgenommenen ergo-kognitiven Aufwand, den die Interaktion mit solcher Umgebung, Szenario oder Technologie mit sich bringt. Beide Faktoren tragen zur Messung davon bei, inwieweit Innovationen in einem bestimmten Kontext aus der Perspektive der Phänomene des Virtuality Continuum eingeführt werden können.

Die Konvergenz von Umgebung, Interaktivität und Technologien, die einem bestimmten Grad an Virtualität innerhalb des Kontinuums inkorporieren, impliziert eine Reflexion über die theoretischen Bezugsrahmen für solche Konvergenz, die eine Definition der

deskriptiven Methodologie zur Beschreibung komplexer Szenarien möglich machen. *Digital Game-Based Learning* oder DGBL (Prensky, 2001) ist einer dieser Ansätze, der die Phänomene des Virtuality Continuum transversal beschreibt, um praktische Anwendungen in Erziehungs- und Forschungskontexten vorzuschlagen. DGBL stellt Richtlinien für die Analyse von Interaktionsprozessen mit physischen und virtuellen Umgebungen mittels technologischer Geräte (Hardware und Software) fest, wobei ein kollaboratives Element und ein höher Grad an Eingriff in der Umgebung anwesend sind.

Die Begriffe benutzt in der qualitativen Analyse gehören einem hochkomplex theoretischen Rahmen. Die *Grounded Theory* (Strauss und Corbin, 1994) ist ein wichtiges methodologisches Element, das die Ausarbeitung von Szenarien anhand der Beobachtung der Umgebung und des analysierten Inhalts ermöglicht, so dass die Formulierung von Methoden zur Beschreibung von Wesensmerkmalen und systeminternen Interaktionen durchgeführt ist, in der Maße wie die Information im Analyseprozess erhalten wird. Die *Grounded Theory* wird in dieser Forschungsarbeit benutzt, um Interaktionen und Flüsse (einschl. Kommunikation) der Darstellungssysteme in Projekte zu untersuchen und strukturieren, die in Labors ausgeführt wurden und Elemente mit irgendeinem Grad an Virtualität in der Interaktion mit der (physischen, gemischten, virtuellen) Umgebung, zwischen Benutzern oder sogar mit den Interfaces der Geräten anwenden.

Um die Interaktionen und Elemente der Systeme anhand ihrer Bewertung zu veranschaulichen, wird die *Unified Modeling Language* (UML) als Standard zur visuellen und graphischen Darstellung der Struktur und des Funktionierens der Systeme benutzt. Bei der Betrachtung der Projekte, die den Untersuchungsgegenstand bilden, als dynamische Systeme, sind andere Darstellungssysteme wie das *IMS Learning Design* benutzt worden, die der Kategorie der Standards nicht unterordnet sind, sondern der der Spezifikationen. Das *IMS Learning Design* ist eine Metasprache, die zur Beschreibung von Szenarien benutzt wird, innerhalb deren Interaktionen zwischen Benutzern und Umgebung zustande kommen. Seine Anwendung bei Systemsimulation in Erziehungs- und Forschungskontexten, bei denen die Interaktion, die interdisziplinäre Arbeitsumgebungen und die Kollaboration zwischen Einzelnen grundsätzlich sind, hat die Formulierung einer Reihe von Ansätzen zur Beschreibung des Wesens der Systeme (Projekte) ermöglicht, die einen bestimmten Grad an Interaktion mit virtuellen Bereichen zeigen. Das *IMS LD* benutzt die Metapher des Theaters zur Beschreibung von Szenarien, worin die Interaktionen des Benutzers mit der Umgebung die schematische Kategorisierung von Narrativen und Prozessen ermöglichen und außerdem den Zweck haben, mit der Forschung verbundenen Fähigkeiten zu entwickeln, neue Kernfragen aufzuwerfen und Praktiken voranzutreiben, die auf die Heuristik und die kreative Lösung von emergenten Problemen basieren. Damit die Veranschaulichung der analysierten Projekte anhand der Grundsätze des UML und der Kategorisierung des *IMS LD*



verständlich sind, werden die Projekte als Programmablaufplan (Flussdiagramm) dargestellt, so dass die Leser ohne Kenntnisse von UML sie problemlos begreifen können.

Die Analyse der Elemente, die den Untersuchungsgegenstand dieser Forschungsarbeit bilden, wird anhand drei Begriffe durchgeführt: *narrativer Kontext*, *technologischer Kontext* und *Einführung von Strategien und Praktiken*. Der narrative Kontext bezeichnet die Vorgänge, die sich in einem bestimmten Bereich ereignen, und wie sie gestaltet werden. Der technologische Kontext besteht aus den Spiel-Engines und andere Geräte, die eine konstruktive Interaktion mit den unterschiedlichen Ebenen des Virtuality Continuum (besonders mit der virtuellen Realität, der erweiterten Realität und der Hardware, die ein konstruktives Verhältnis inkorporiert) ermöglichen. Die Strategien und Praktiken werden in räumlichen Bereichen heterogener Art eingeführt, wobei die Beschreibung von Interaktionen zwischen Benutzern und (physischen, gemischten oder virtuellen) Umgebungen betont wird und die Technologie die Vermittlungsrolle spielt.

Die Ergebnisse der Forschung zeigen Szenarien von Konvergenz zwischen Disziplinen und ermöglichen die Feststellung einer Reihe von Veränderungen in Praktiken innerhalb Projekte, die ein wichtiges kreatives und konstruktivistisches Element inkorporieren und von Technologien, die den Zugang zu Umgebungen mit einem bestimmten Grad an Virtualität ermöglichen, vermittelt sind. Die Diskussion über Szenariengestaltung, wobei das Virtuality Continuum eine wichtige Rolle spielt, führt zu einer Reflexion über die Inkorporation von emergenten Forschungsrichtungen und zugleich bietet Ansätze zu praktischen Auswirkungen der analysierten Phänomene, deren Potential in Zusammenhang mit sozialen, erzieherischen, technologischen, wissenschaftlichen, künstlerischen und kreativen Kontexten untersucht wird.

# RESUMO

*Criação Experimental no Espaço Digital: Ambientes Digitais  
Colaborativos e Laboratórios Multimédia*



Este trabalho de investigação descreve uma série de fenómenos que integram o contexto tecnológico relativo ao âmbito do *contínuo da virtualidade (virtuality continuum)*, proposto pela primeira vez por Milgram e Kishino (1994), e que se divide em quatro níveis fundamentais, em função do grau e da procedência (*real* ou *virtual*) da informação: *espaço físico*, *realidade aumentada*, *virtualidade aumentada*, e *realidade virtual*. Os fenómenos, portanto, relativos ao contínuo da virtualidade, configuram-se como parte do objeto de estudo deste projeto de investigação, partindo do conjunto de transformações que produzem, nos diferentes âmbitos, devido à reconfiguração do espaço na base da incorporação do fator da virtualidade: cultural, social, científico-tecnológico, e, inclusive, reconfigurando o uso das próprias tecnologias digitais e dos dispositivos de hardware.

O conjunto de elementos que conforma o contínuo da virtualidade, observado a partir de um marco de convergência com outros fenómenos, contribuiu para que se produzam uma série de transformações no âmbito relacionado com os processos criativos e com a natureza do próprio espaço, mediante o processo evolutivo das próprias interações. Os fatores que permitem compreender esse processo de transformação, mediado pelo fenómeno da *virtualidade*, são, entre outros: videojogos (que inclui os *serious games* virtuais), a experiência do usuário (*user experience* ou UX), o design de interfaces e superfícies interativas (*user interface* ou UI), o compêndio de arte digital (que inclui uma reflexão sobre conceitos como o *metadesign*, a *net.art*, a arte interativa, e inclusive, a arte ASCII) e a robótica (incluindo os processos de simulação de robots em espaços virtuais) entre outros. Por outro lado aprofunda-se nos conceitos que permitem uma aproximação teórica à construção de conceitos relativos ao contínuo da virtualidade, e ao mesmo tempo, na relação entre o contexto (que possui um determinado grau de virtualidade) e o indivíduo. Entre os conceitos teóricos mais relevantes encontram-se os *medias fantasmáticos* (Harrell, 2013), o *efeito proteo* (Yee, Bailenson e Ducheneaut, 2009), o *vale da estranheza (uncanny valley)* cujo estudo assume uma importância fundamental para a abordagem do design de robots e de avatares virtuais de caráter antropomórfico (Mori, MacDorman et Kageki, 2012).

A convergência destes fenómenos constitui, assim, um objeto de estudo emergente, que abre um campo de possibilidades de investigação a um número importante de linhas, algumas das quais encontram os seus fundamentos numa aproximação que foca as possibilidades criativas oferecidas pelas tecnologias e pela interação com os espaços relativos ao contínuo da virtualidade. Num contexto onde se observa a emersão e evolução de tecnologias que possibilitam a melhoria dos processos de interação,

apresenta-se uma oportunidade para abordar uma série de fenómenos suscetíveis de transformarem-se em objetos de estudo. Tais fenómenos sublinham o potencial, as perspectivas e as possibilidades que o contínuo da virtualidade oferece, por uma parte, e que se baseiam na evolução da própria tecnologia. Por outra parte, o foco parte da transformação das relações e interações mediadas pelos fenómenos abordados, configurando assim novas perspetivas que abordam o carácter multidimensional, virtual, e não-linear, do espaço, como pode ser a construção das narrativas.

O contínuo da virtualidade apresenta-se, nesse sentido, como um âmbito de confluência entre uma série de elementos de carácter emergente, os quais encontram uma relação direta com o espaço (seja ele *físico*, *misto*, ou *virtual*), imersos, por seu lado, num processo de transformação sustentada, em vários níveis: o contexto tecnológico (devido ao auge crescente de dispositivos digitais e ferramentas de hardware, que permitem a interação com diferentes níveis de realidade física e electrónica), o incremento do potencial de imersão e simulação, devido à melhoria dos componentes gráficos e sonoros (como a melhoria da sincronização ou da quantidade de *frames* processados por segundo pelo dispositivo durante o processo de imersão), o desenvolvimento de dispositivos que permitem perceber diferentes níveis de profundidade do som, ou até mesmo a incorporação das tecnologias hápticas, que permitem aumentar o nível de realismo nesses processos de interação e imersão.

A natureza transversal desta investigação, que, no entanto, realiza uma série de aproximações aos aspectos referidos do âmbito tecnológico (mais especificamente, tal como se tem referido, ao contínuo da virtualidade), atribui relevância à repercussão das disciplinas STEAM (ciência, tecnologia, engenharia, artes e matemáticas). Este âmbito de enfoque multidisciplinar revela um potencial aproximativo a fenómenos de carácter transversal, que são abordados como parte do marco teórico para uma posterior construção do âmbito metodológico, com base nos fenómenos relativos ao contínuo da virtualidade. Dentro do marco teórico, que incorpora o próprio estado da questão, adopta-se, como ponto de partida destes fenómenos transversais, uma aproximação ao conjunto de teorias da criatividade teorizadas e estudadas, tendo presente, por outro lado, o contexto da evolução das tecnologias digitais e dos dispositivos interativos. É por isso que a incorporação do fator tecnológico dá lugar a processos de carácter emergente para a geração de ideias, dentro de novos âmbitos de interação, como o *brainstorming electrónico* (Bulsine et al., 2012). Os processos de interação fundamentados no desenvolvimento de ideias, e mediados, ao mesmo tempo, por tecnologias que permitem o acesso a diferentes níveis de virtualidade, incorporaram, graças à integração no contínuo da virtualidade, um novo carácter dimensional no que diz respeito à relação com o espaço e o tempo. As dimensões de interação emergentes (graças à evolução dos dispositivos), e à jogabilidade (*gameplay*) incrementam o espectro de possibilidades em relação à geração e intercâmbio de ideias (e, em termos gerais, nos processos criativos), em contextos onde a componente tecnológica que permite interatuar com a virtualidade assume um carácter relevante.

Os aspectos teóricos que são abordados neste trabalho de investigação destacam, por outro lado, as linhas de investigação emergentes, que apresentam um vínculo com o potencial que oferecem os espaços virtuais no que diz respeito ao desenvolvimento de projetos o até mesmo à geração de informação e comunicação, aspectos abordados através do que Bourdieu (1993) denomina o *espaço de possíveis*. A investigação, que desde um ponto de vista do potencial criativo, realiza uma aproximação ao tema das tecnologias interativas e imersivas (com um grau diferente de *virtualidade*), incorpora necessariamente perspectivas retóricas e simbólicas, focando ao mesmo tempo os aspectos transversais e os âmbitos de potencial aplicação, com as implicações relativas às transformações que se produzem em diferentes âmbitos de estudo como resultado da incorporação de realidade aumentada e mista, ou espaços virtuais. Fenómenos emergentes como a *sociedade marginal de custo zero* ou os *comuns colaborativos* (Rifkin, 2014) são, por isso, produto da influência do processo de transformação do espaço, potenciado pelo caráter multidimensional do contínuo da virtualidade.

No marco teórico abordam-se outras perspectivas que permitem uma série de aproximações à explicação de certos aspetos relativos ao funcionamento dos sistemas, incorporando o fator das interações. Entre as teorias que realizam uma aproximação, dentro do marco teórico, ao funcionamento dos sistemas, aborda-se, entre outras, a denominada *teoria do ator-rede*, *teoria do ator-rizoma*, ou *filosofia da tradução* (Latour, 2005), assim como os fenómenos relativos à individualização, formulados por Simondon nos anos 60 (em Simondon, 2012). Também foca aproximações que descrevem os fenómenos de convergência de âmbitos que abrangem o contexto STEAM, como a que se produz entre criatividade e computação (dando lugar à simulação dos processos de interação com o contexto natural nos âmbitos virtuais, o que se denomina *criatividade computacional*). Os processos de interação dos indivíduos com os meios digitais e computacionais (através do contexto relacionado com a computação) apresentam-se, desta forma, como componentes fundamentais do marco teórico.

No contexto da prática e da interação com os dispositivos digitais, com os espaços virtuais e com o hardware (no espaço físico), considera-se também, por outra parte, o potencial da robótica como fenómenos emergente nos processos de aprendizagem situado, nas primeiras décadas do século XXI. O fundamento da incorporação de robots nos processos de interação com uma componente heurística relevante (na investigação e na educação, fundamentalmente) pretende, através da convergência entre disciplinas que conformam o STEAM, otimizar os processos de interação, heurísticos e criativos. A robótica apresenta-se, também, como uma oportunidade para conhecer as estruturas de diferentes tipos de linguagens de programação, algo que implica ao mesmo tempo, a configuração e a estruturação do pensamento humano e a sua interação com o meio, seja este físico, virtual, ou incorporado na realidade mista.

A natureza das interações entre os usuários e o contexto constitui também uma parte fundamental do objeto de estudo deste trabalho de investigação. Essas interações são abordadas desde âmbitos de estudo como a *interação humano-computador* ou HCI (*human computer interaction*), a *interface de usuário* (UI) ou a *experiência de usuário* (UX), que se mostram como fenômenos fundamentais para compreender os aspectos que regem o funcionamento dos espaços implícitos no contínuo da virtualidade, favorecendo, além do mais, o processo de configuração da metodologia de investigação, que incorpora os processos de interação no âmbito estudado. Esses elementos estão enquadrados nas linhas de investigação abordadas neste trabalho, cujo processo de aproximação a parte das disciplinas que compõem o STEAM, foca a necessidade de avançar com um contexto de análise que aborde o estudo das interações, através da descrição dos diferentes componentes do contínuo da virtualidade: a realidade virtual (incluindo os videojogos e os *serious games*), a realidade aumentada, a arte digital e transmédia, as tecnologias hápticas, a robótica, e a simulação (mais especificamente no âmbito virtual e aumentado), supôs uma transformação dos processos criativos, já que pode *prolongar* o espaço, *aumentar* o grau de informação disponível (através da realidade aumentada e mista), ou *simular* experiências no espaço virtual.

A emersão e a consolidação das tecnologias e interfaces, que permitem a interação com o contínuo da virtualidade, abrem a possibilidade de aplicações dentro de áreas de estudo de carácter heterogéneo, onde o espaço se configura como um laboratório de experimentação.

A questão relacionada com os diferentes objetos de estudo aborda-se, portanto, desde diferentes perspectivas e aproximações subjacentes nas estratégias de recolha de dados, partindo da reflexão que incorpora a necessidade de implicar o quadro das disciplinas STEAM, descrevendo os fenômenos de convergência entre artes, criatividade, ciência e tecnologia, incrementando o potencial de mediação graças à realidade virtual, à realidade aumentada, e à incorporação do fator lúdico-narrativo, entre outros. A interação, a simulação e a prolongação do espaço, graças à incorporação e implantação de tecnologias digitais, são os fatores fundamentais estudados no presente trabalho de investigação, onde, por outro lado, observam-se as transformações produzidas nas heurísticas e nos contextos criativos.

Os componentes do contínuo da virtualidade (espaço físico, realidade aumentada, virtualidade aumentada e realidade virtual) e os fenômenos transversais, analisados a partir da perspectiva do próprio contínuo (videojogos e *serious games* virtuais, dispositivos de hardware de código aberto, ou construção de narrativas), são analisados a partir da fundamentação no *modelo de aceitação da tecnologia* (*Technology Acceptance Model* ou TAM) (Davis, 1989). Este modelo incorpora duas aproximações essenciais: a *percepção da utilidade* (PU), e a *percepção de facilidade do uso* (PEOU). A PU revela informação relativa à percepção que têm os usuários de

que se produzam melhorias no desempenho (performance) das atividade que se realizam, mediante a inclusão de uma inovação (incluindo tecnologias digitais ou hardware) ou uma transformação do contexto com o qual se interatua (que incorpora um grau determinado de virtualidade). Por outro lado, a PEOU encontra uma relação direta com o esforço ergo-cognitivo que implica a interação direta com esse cenário, contexto, ou tecnologia. Ambos os fatores incorporam uma série de aproximações que ajudam a medir o grau em que se podem implantar inovações num determinado contexto, a partir da perspectiva que aborda o fenómeno do contínuo da virtualidade.

O fenómeno de convergência entre o contexto, a interatividade e as tecnologias (que incorporam um certo grau de virtualidade dentro do contínuo), implica, ao mesmo tempo, um processo de reflexão à volta dos quadros de referência que existem sobre a base dessa convergência, e que permitem, por isso, uma definição da metodologia descritiva de cenários complexos, onde estão implicados uma série de fatores. Uma aproximação que descreve os fenómenos práticos, relativos ao contínuo da virtualidade, é o *Digital Game-Based Learning* ou DGBL (Prensky, 2001), que incorpora componentes de carácter transversal, relativos ao contínuo da virtualidade para propor uma aplicação dos mesmos aos contextos da investigação e da educação, estabelecendo, ao mesmo tempo, algumas diretrizes para incluir na análise os processos de interação com contextos físicos ou virtuais, com dispositivos tecnológicos (hardware e software), onde se apresenta, ao mesmo tempo, um carácter colaborativo e um elevado grau de intervenção no contexto.

Os conceitos de natureza teórica (dentro do espectro do estudo qualitativo) partem de um contexto de referência que apresenta, ao mesmo tempo, um elevado grau de complexidade. A teoria fundamentada ou *grounded theory* (Strauss e Corbin, 1994) constitui, dessa forma, uma componente metodológica que permite a elaboração de cenários a partir da observação do contexto e do conteúdo que foi analisado, de modo que o processo de elaboração de métodos para a descrição de atributos e das interações dentro dos sistemas produz-se à medida que se obtém informação no processo de análise. A teoria fundamentada é usada, no presente trabalho de investigação, para a observação e estruturação das interações e dos fluxos (incluindo os de comunicação) dos sistemas de representação, nos projetos conduzidos em labs, que utilizam componentes com um certo grau de virtualidade na interação com o contexto (físico, misto, virtual), entre usuários, ou com as próprias interfaces dos dispositivos.

Para visualizar as interações e os elementos que fazem parte dos sistemas, a partir da avaliação dos mesmos, implícitos nos projetos analisados, propôs-se numa primeira instância, o uso da *linguagem unificada de modelagem* (UML), que se constitui como um standard para a descrição gráfica e visual da estrutura e para o funcionamento dos próprios sistemas. No entanto, ao tratarem-se os projetos que compõem o objeto de análise como sistemas de carácter dinâmico, incluíram-se outros sistemas de representação que não entram dentro da categorização dos standards, mas antes



dentro daquela relativa às especificações, como o *IMS Learning Design*. O *IMS Learning Design* constitui uma metalinguagem utilizada para a descrição de cenários, dentro dos quais se produzem interações entre o usuário e o contexto, e cuja utilização na simulação de sistemas em contextos educativos e de investigação, que têm como componente fundamental a interação, os âmbitos de trabalho interdisciplinar, e os processos colaborativos entre indivíduos, permitiu realizar uma série de aproximações para descrever a natureza dos sistemas (projetos) que apresentam um grau determinado de interação com os contextos virtuais. O *IMS LD* usa a metáfora do teatro para descrever cenários, dentro dos quais as interações do usuário com o contexto permitem categorizar, de modo esquemático, narrativas e dinâmicas fundamentadas nas interações, e que, por outro lado, têm como objetivos o desenvolvimento de competências ligadas à investigação e à procura de novas problemáticas, assim como o impulso das práticas que se fundamentam na heurística e na solução criativa de problemáticas emergentes. Para que a visualização dos projetos estudados (a partir da categorização como sistemas) seja inteligível, a partir dos princípios da UML, por uma parte, e da categorização do *IMS LD*, por outra (tendo em conta que um é um standard e outro uma especificação), os projetos representados no presente trabalho de investigação são representados como organigramas de programação (ou de fluxo), de modo a que a sua leitura possa ser facilmente compreensível para o leitor que não esteja familiarizado com a UML.

A análise dos elementos que compõem o objeto de estudo desta investigação é abordado, também, com base em três conceitos: o *contexto narrativo* (ou os eventos que se produzem num âmbito determinado, e como são configurados), o *contexto tecnológico* (que incorpora os fenómenos dos motores de jogos, dos motores gráficos, dos dispositivos que permitem um grau de interação construtiva com os diferentes níveis constituintes do contínuo da virtualidade –essencialmente a realidade virtual e a realidade aumentada, os dispositivos de hardware que incorporam uma aproximação construtivista, etc.), e a *implementação de estratégias e práticas* nos âmbitos espaciais de natureza heterogénea, focando a descrição das interações dos indivíduos com os contextos –sejam eles de carácter físico, misto ou virtual- e com a tecnologia como eixo de mediação.

Os resultados da investigação apresentam cenários de convergência entre disciplinas, permitindo observar uma série de transformações nas práticas, produzidas para a realização de projetos que incorporam uma componente criativa e construtivista relevante, mediadas por tecnologias que permitem aceder a contextos com um grau de virtualidade determinado. A discussão, em torno da configuração de cenários, onde o contínuo da virtualidade tenha um grau de importância notável, possibilita a reflexão em torno da incorporação de linhas de investigação emergentes, ao mesmo tempo que instaura aproximações no que se refere a implicações práticas, que partem dos fenómenos analisados, cujo potencial é objeto de estudo nos presentes contextos: social, educativo, tecnológico, científico, artístico e criativo.





# 1. INTRODUCCIÓN

## 1. INTRODUCCIÓN

Afirmaba Marshall McLuhan (1967) que *el medio es el mensaje*, para explicar que la interpretación del contenido de la información se encuentra estrechamente vinculada al medio con que se transmite, en una relación de simbiosis. El pensamiento de McLuhan se encuentra presente en los estudios de medios actuales, y ha ejercido una influencia relevante en la configuración de las teorías de la comunicación actuales. El medio, por tanto, entendido en un sentido amplio, ejerce un impacto en la configuración del pensamiento de los individuos que conforman una sociedad o un grupo específico de personas dentro de un estrato social, no pudiéndose sustraer del contexto en el que se desarrolla la comunicación.

*Snow Crash* era el nombre que se le daba comúnmente a la falla que se producía en los modelos de ordenadores McIntosh en los años 80 y que traducía normalmente como una pérdida de la señal en la pantalla del ordenador, semejante a la que aparecía en modelos de televisor de la misma época cuando se producía una pérdida de señal. Stephenson (1992) publicó una novela que llevaba por título ese mismo nombre de la falla de McIntosh, aludiendo a la noción de pérdida de información en el proceso de transmisión, lo que a ojos del autor lleva a un fenómeno distópico, debido al colapso de los espacios virtuales<sup>1</sup>. En la novela de Stephenson, considerada ya como un clásico dentro del género cyberpunk (junto con *Blade Runner* o *Neuromante*), se menciona por primera vez el término *metaverso*, haciendo referencia a una red de comunicaciones cuyo medio de acceso es la realidad virtual inmersiva, en el que las personas interactúan a partir reproducciones virtuales en el metaverso (avatares).

También en los años 90, Milgram y Kishino (1994), describen la naturaleza de la virtualidad en el denominado *continuo de la realidad-virtualidad* o simplemente *continuo de la virtualidad*, afirmando que el espacio (completamente) físico y el espacio (completamente) virtual no se encuentran separados en su categorización, sino que se comporta, tal como hacer referencia su nombre, como un continuo en el que existen diferentes niveles categóricos intermedios, donde las fronteras se encuentran, en muchas ocasiones, desdibujadas, existiendo una gran área intermedia donde se observa el conjunto de realidades que se denominan *realidad mixta*. Las diferentes posiciones del continuo indican la proporción de información proveniente de medios virtuales, permitiendo establecer definiciones y describir las características de los elementos que se encuentran en los grados intermedios del continuo, tal como la *realidad aumentada* y la *virtualidad aumentada*.

La virtualidad es, desde el conjunto de aproximaciones a su definición y su descripción en sus primeras manifestaciones, recurrentemente planteada como fenómeno narrativo. Dicho fenómeno narrativo de lo virtual, en lo referente a su aparición en la literatura ha

---

<sup>1</sup> El *Snow Crash* hace referencia, en la propia novela, a una sustancia narcótica que es suministrada a Hiro, el protagonista de la trama, y que constituye uno de los centros neurálgicos del argumento de la novela.

sido proyectado en no pocas ocasiones como fenómeno próximo a la ciencia ficción. En el otro sentido, pero dentro de la misma línea de argumentación, el propio continuo de la virtualidad se proyecta como espacio potencial para la experimentación y la innovación en el ámbito de la narrativa, siendo, a su vez, el ámbito donde se proyectan los imaginarios y se materializan las pulsiones creativas de los agentes implicados en la creación de contenidos, mostrándose al mismo tiempo, como ese *espacio de posibles* referido por Bourdieu (1993) en sus estudios. Ryan (2001) también reflexiona sobre el potencial de representación emergente que ofrece la evolución del ámbito tecnológico, específicamente en lo referente al continuo de la virtualidad. La narrativa se plantea como una forma de realidad mixta y virtual, donde el autor reflexiona en torno al potencial inmersivo e interactivo de los diferentes ámbitos de la narrativa, lo que conformará el conjunto de fundamentos para una serie de focos de interés, relativos a la configuración y las aproximaciones teórico-prácticas cuya observación va a ser planteada a lo largo del presente trabajo de investigación.

Los elementos que constituyen lo que a día de hoy se define como continuo de la virtualidad<sup>2</sup>, entendido también como un espacio de posibilidades, también sedujeron en los años 80 y 90 a teóricos de la filosofía de la computación y la informática como Jaron Lanier (en Lanier, 1992, en Lanier y Biocca, 1992), en línea con los argumentos y las perspectivas que vienen siendo planteadas en este trabajo. Lanier imaginaba, de este modo, un elevado impacto de la virtualidad en lo referente a definir ese espacio de posibilidades, viéndose de este modo amplificado, gracias a fenómenos como la inmersión, la interacción, la simulación o la creación de contenidos en el ámbito virtual<sup>3</sup>. Este potencial de la virtualidad y del propio espacio virtual se proyecta como uno de los objetos que van a ser abordados en el presente trabajo de investigación<sup>4</sup>, sin dejar de tener en cuenta las dificultades que acarreen las limitaciones tecnológicas y aquellas específicas de los dispositivos.

El ámbito del continuo de la virtualidad encuentra también una serie de referentes en lo relativo al desarrollo de planteamientos sociales, educativos e incluso económicos, donde el fenómeno de los imaginarios y los espacios de posibilidades se viene poniendo de relieve ya en las teorías de medios y de la comunicación anteriores al planteamiento del fenómeno. Autores de referencia en el ámbito como Patrice Flichy (1980), hacen referencia al potencial del imaginario para el desarrollo de estrategias y

---

<sup>2</sup> Si bien en los años 80 el continuo de la virtualidad no se encuentra definido categóricamente, como se viene refiriendo, sí que se encontraban ampliamente estudiados y definidos los fenómenos de realidad virtual y realidad aumentada, a los que Lanier (1992) contribuye notablemente.

<sup>3</sup> Cabe señalar que los manifiestos posteriores de Lanier en lo referente a internet y cultura 2.0 y 3.0 han sido sumamente críticos con la deriva de las tecnologías de las telecomunicaciones y la realidad virtual.

<sup>4</sup> Argumentándose la capacidad que posee el espacio virtual en lo referente al desarrollo de proyectos y la creación de contenidos que posean, o bien un enfoque creativo, o bien un carácter experimental.

metodologías para configurar los escenarios futuros del espacio digital (y por extensión el conjunto del continuo de la virtualidad), elaborando una serie de argumentaciones en lo referente al potencial de las industrias del imaginario.

El enfoque conceptual y filosófico que plantea la noción del espacio digital, el continuo de la virtualidad y las posibilidades creativas y para el desarrollo de proyectos (y la proyección de imaginarios) que ofrecen los fenómenos de la simulación, la interacción, la inmersión o la amplificación de la información, viene también siendo en los últimos tiempos objeto de interés por parte de la literatura científica y de los ensayos en prensa especializada, tal como se viene observando a continuación. La obra escrita de autores como Harrell (2013) adquiere importancia en lo referente a la temática que va a ser tratada en este trabajo de investigación, desde dos dimensiones diferenciadas pero igualmente constituyentes de referentes que ayudarán a explicar la naturaleza de las manifestaciones en los ámbitos referidos del continuo de la virtualidad: por una parte, los *medios fantasmales*<sup>5</sup>, que encuentra un elevado de paralelismo con los imaginarios, los espacios de posibles o la creatividad computacional. Efectivamente Harrell explora el potencial creativo, narrativo, expresivo y de comunicación de los medios computacionales y los espacios virtuales, profundizando en el fenómeno cognitivo que incorpora factores de diversa naturaleza, tales como el pensamiento poético, las metáforas o la dimensión narrativa, configurando lo que denomina *fanstasma*.

En otra línea argumental, Harrell y Harrell (2011) van a proyectar un escenario en el cual se muestra un fenómeno de convergencia de un conjunto de disciplinas. Esta confluencia pretende servir al desarrollo de dinámicas de trabajo y colaboración basadas en la interdisciplina, a partir de factores que ejercen un impacto en el contexto actual de la investigación, las industrias creativas o la educación, como las comunidades reflexivas, de cuyas características se va a realizar una extensa relación en el actual trabajo de investigación. Además, el escenario descrito por Harrell y Harrell presenta una incursión relevante de las artes, las industrias creativas, las ciencias de la información, de la comunicación y educativas en el espectro de la ingeniería y la tecnología, contribuyendo a elaborar un constructo que va a ser referido con el acrónimo STEAM<sup>6</sup>.

---

<sup>5</sup> Referidos frecuentemente, a lo largo del presente trabajo de investigación, en su acepción original de *phantasmal media*. Ello es debido, en parte, a la escasa literatura existente en nuestra lengua referente al término. Las escasas traducciones que ha sido llevadas a cabo no cuentan con una estructura homogénea, habiendo encontrado el autor, como más apropiada, la de *medios fantasmales*. Sin embargo, debido a las acepciones específicas del término descrito como *fantasma* en lengua inglesa (que puede ser *ghost*, *phantom*, o *phantasm*), se hace preciso especificar la acepción utilizada por el autor en la expresión original. Así, el autor se refiere al término *phantasm* más como una aparición próxima al fenómeno de ilusión espectral o sueño, lo que sin duda aporta un matiz relevante a la expresión.

<sup>6</sup> Las iniciales se corresponden a *ciencia (science)*, *tecnología (technology)*, *ingeniería (engineering)*, *artes (arts)* y *matemáticas (mathematics)*. El concepto elaborado por Harrell y



Tanto en la noción de la comunicación referida por McLuhan, como la idea realidad virtual interconectada a través de redes, a modo de metaverso, o en los espacios de posibles, los imaginarios o los medios fantasmales se van a plantear cuestiones y marcos de referencia que presentan una serie de denominadores comunes. Estos denominadores comunes, entre otros enfoques transversales que van a ser analizados, se presentan como el punto de referencia con el cual van a ser elaborados los ámbitos de investigación que conforman el presente estudio. De este modo, al igual que desde las posiciones de McLuhan no se concibe el mensaje sin el medio por el que es transmitido, en la línea argumental del trabajo aquí presentado, la comprensión de los fenómenos que se producen y los procesos que se llevan a cabo<sup>7</sup>, difícilmente pueden ser entendidos sin a su vez profundizar en la comprensión de la naturaleza del entorno, incluyendo los fenómenos que lo conforman (espacio físico, mixto o virtual, agentes implicados como sujetos activos, objetos físicos, objetos virtuales, dispositivos de interacción e inmersión, etc.), encontrando finalmente una serie de paralelismos entre ambas líneas argumentales.

El presente trabajo de investigación parte de líneas de estudio provenientes de diferentes ámbitos y que profundizan en una serie de fenómenos de carácter diverso y heterogéneo, donde se va a indagar en la búsqueda de puntos de convergencia e intersección, para describir escenarios que ponen de relieve los fenómenos asociados al continuo de la virtualidad, los procesos en los que se ve involucrada, en mayor o menos medida, la creatividad, y la naturaleza ontológica y categórica del propio entorno.

Los componentes que van a ser abordados aquí, comprenden desde la realidad virtual (VR), aumentada (AR) y mixta (MR) hasta los fenómenos simbólicos y descriptivos, que de forma transversal van a favorecer el proceso de comprensión del escenario referido en este trabajo, en el que la naturaleza de la propia tecnología (desde la programación como representación del potencial del código para ejercer transformaciones en el entorno virtual, hasta la robótica como agente de transformación del espacio físico, pasando por los motores de juego como agente de transformación del espacio virtual) va a confluir con la modelización del espacio y la descripción del conjunto de factores en los que se van a ver implicados procesos en los cuales van a ser desarrollados proyectos con fines específicos, mediados por dispositivos que permiten relacionarse, en diferentes niveles, con el continuo de la virtualidad.

---

Harrell hace referencia a la importancia de incorporar los fenómenos relacionados con los ámbitos de la comunicación, las artes, las ciencias de la información o educativas, en el contexto de las denominadas tradicionalmente ciencias duras, dibujando un marco emergente en el que la investigación, la generación de conocimiento, y el desarrollo de proyectos pasan cada vez más por un contexto en el que se hace precisa tal convergencia entre disciplinas. El concepto STEAM ha sido incorporado también por Harrell y Harrell como retroacrónimo, ya que *steam* se traduce, en lengua inglesa, como vapor.

<sup>7</sup> Relacionados con la interacción, la simulación, la inmersión o la virtualización de la información, pero donde se engloba potencialmente cualquier acción que pueda ser realizada por estos medios.

Las posibilidades que presenta dicho escenario son importantes, y pueden ser abordadas desde diferentes ámbitos de la investigación científica.



## 2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

## 2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

## 2.1. Descripción del Objeto de Estudio

## 2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El fenómeno de convergencia entre las tecnologías enmarcadas dentro del ámbito del continuo de la virtualidad (Milgram et al., 1994, Davis et al., 2003), así como los procesos emergentes de interacción con el espacio (virtual y físico) gracias, precisamente, a la incorporación de tecnología relacionada con tal continuo de la virtualidad, presenta no pocas oportunidades en lo referente a la configuración de objetos de estudio observados desde perspectivas innovadoras, por una parte, y que profundizan en la construcción de líneas de investigación en las cuales se observan los fenómenos de convergencia entre el arte, la ciencia, la tecnología, la comunicación o la construcción de historias y experiencias.

El objeto de estudio que se presenta en el actual trabajo de investigación proyecta una confluencia de todas estas perspectivas, de manera que permita dibujar un marco en el que se referencien los ámbitos estudiados, desde enfoques globales, a escala micro, y transversales. De este modo, y en lo referente a los puntos de conexión entre el marco global del continuo de la virtualidad, implicando de manera potencial todos los rangos estudiados, y los ámbitos donde se desarrollan proyectos innovadores, se encuentran una gran cantidad de fenómenos relativos (a menudo transversales) que es preciso posicionar a nivel comunicativo y conceptual, de modo que se puedan configurar modelos que permitan comprender y concebir escenarios en los que se observe una confluencia entre el continuo de la virtualidad<sup>8</sup> y los procesos creativos con fines específicos (educativos, industrias creativas, desarrollo de proyectos para fines relacionados con la investigación en varias áreas, etc.). Entre estos fenómenos, que de una manera u otra, se enmarcan dentro del conjunto de factores que de algún modo presentan algún tipo de vínculo con el objeto de estudio, se encuentran: las ciencias de la educación, de la información y la comunicación, la interacción humano-computadora o HCI, incluyendo la experiencia de usuario (UX) y la interfaz de usuario (UI), el new media art o arte de los nuevos medios, el net.art y el arte generativo, las tecnologías de desarrollo de motores de juego, la programación con fines creativos y constructivistas, la robótica aplicada al desarrollo de proyectos y resolución de problemáticas, desde perspectivas heurísticas, la simulación, la virtualización de contenidos a partir de la semiótica, la construcción de experiencias a partir de procesos de interacción y narrativas emergentes, las industrias creativas, las disciplinas STEAM, la creación 3D de contenidos, la reconstrucción del patrimonio con medios virtuales, o incluso los planteamientos emergentes en lo relativo a la producción de bienes y servicios en el espacio virtual. En un escenario de esta complejidad, que presenta un elevado número de factores que convergen, se hace preciso estructurar y categorizar los fenómenos relativos al ámbito del continuo de la virtualidad, incorporando para ello estrategias de

---

<sup>8</sup> Haciendo referencia específica a los fenómenos de la realidad virtual, la realidad aumentada y el espacio físico, ya que la virtualidad aumentada, si bien es abordada de manera teórica durante el presente trabajo de investigación, desde este trabajo se considera que se hace precisa una mayor producción de material científico.



## 2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

carácter heurístico y enfoques emergentes que proyectan nuevas líneas de investigación, o contribuyen a prolongar parte de las ya existentes.

De esta manera, se puede definir el objeto de estudio como las tecnologías y los fenómenos conceptuales, semióticos y narrativos, enmarcados dentro del continuo de la virtualidad, y los procesos creativos y de aprendizaje llevados a cabo en entornos en los que se enmarcan una serie de fenómenos y objetos (físicos, aumentados, virtuales), que son proyectados como laboratorios. Ello es abordado a partir de un serie de enfoques multidireccionales, en los que se encuadra la dimensión que parte de los estudios de las artes, así como las dimensiones narrativa, heurística y simbólica, buscando los puntos de confluencia para la configuración de escenarios emergentes, donde los procesos relacionados con la creatividad encuentren una serie de ámbitos de intersección con las transformaciones de la naturaleza del entorno a partir de una dinamización de la interacciones gracias a la simulación y la virtualización de los objetos y otros fenómenos.

Ello es enfocado, a su vez, desde la necesidad de incorporar el fenómeno de convergencia que ofrece el marco de las disciplinas STEAM, profundizando en el carácter interdisciplinar que implica este ámbito, y teniendo en cuenta el proceso de transformación del espacio a través de la simulación, la interactividad, la prolongación del espectro de información a través de la realidad aumentada, la inmersión en entornos virtuales, y la virtualización de la información y de los procedimientos de desarrollo de proyectos.

De este modo, se plantea un marco complejo para la estructuración y categorización del conjunto de fenómenos que conforman o encuentran algún tipo de nexo, con el objeto de estudio. El presente trabajo, a través de la descripción del conjunto de fenómenos que conforman tal marco de investigación, plantea realizar una serie de aportaciones que faciliten la comprensión de los fenómenos asociados al continuo de la virtualidad y exploren, a través de la investigación, la experimentación y la elaboración de constructos teóricos y conceptuales, el potencial de las tecnologías enmarcadas dentro del rango del continuo de la virtualidad, y, al mismo tiempo, el fenómeno que implica la transformación del espacio a partir de la virtualización de algunos de sus contenidos, observando la tipología de tecnologías utilizadas para aproximarse al conocimiento de la naturaleza del propio espacio, tanto físico, como virtual, o mixto.

Ello supone una aproximación a ámbitos de conocimiento heterogéneos, profundizando en la noción de que la investigación y las ciencias de la educación, en el ámbito del statu quo presente, precisa de una proyección multidireccional fundamentada en diferentes áreas del conocimiento, por una parte, y plantea, como cualquier otro proceso de desarrollo de ideas o de contenidos para fines específicos, la necesidad de configurar y optimizar los elementos que conforman el entorno (el propio espacio, los agentes implicados en los procesos, los objetos virtuales y físicos, y la tecnología mediadora de procesos).

Es, por tanto, en el presente proyecto de investigación donde se exponen y plantean, de este modo, el conjunto de fenómenos que vienen siendo descritos y tienen una relación directa con los diferentes rangos de estudio del continuo de la virtualidad. También se analizan las tecnologías, desde la perspectiva de la realidad virtual, la realidad aumentada, los motores de juegos, el hardware libre o los entornos de desarrollo de programación, en su relación y capacidad de transformación de los procesos creativos debido a su propia naturaleza interactiva, en ocasiones constructivista, y que encuentra una serie de puntos de convergencia en relación al espacio en el que se llevan a cabo.

## 2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

## 2.2. Preguntas de Investigación

## 2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

¿Cómo pueden dibujar, las tecnologías emergentes, escenarios en el que se manifieste una confluencia entre procesos participativos, creación artística y entornos físicos, mixtos y virtuales?

¿Qué rol tienen las tecnologías enmarcadas dentro del continuo de la virtualidad en la configuración de escenarios en los que se observa una transformación del espacio?

¿Cómo pueden la realidad virtual y aumentada enmarcarse, en unos rangos aproximativos, dentro de las ciencias de la información y la comunicación?

¿Qué escenarios emergentes, en lo referente al proceso de interacción del individuo con el espacio, proyectan los diferentes grados de realidad-virtualidad dentro del continuo?

¿Cuál es el potencial de expresión creativa de los medios enmarcados dentro del continuo de la virtualidad?

¿Cómo se aborda la convergencia entre procesos creativos, tecnologías y entornos virtuales, mixtos y aumentados, elaboración de narrativas, a través de modelos de aceptación de la tecnología?

¿Cómo evolucionan los procesos de producción de ideas con la incorporación de fenómenos como la simulación, la inmersión o las dimensiones interactivas que proyecta el continuo realidad-virtualidad? ¿Qué estrategias y metodologías de investigación se presentan para abordar dicho ámbito?

¿Qué fenómenos culturales surgen a través de los medios expresivos que ofrecen las tecnologías de realidad virtual y aumentada?

¿Cómo se realizan tentativas aproximativas para la generación visual de modelos y estructuras conceptuales, fundamentadas en el diseño de escenarios educativos, para proyectos enmarcados en el ámbito experimental, en el que se observa una confluencia entre arte, ciencia y tecnología?

¿Qué impacto tiene el uso y la implantación de tecnologías de AR y VR, en convergencia con fenómenos que abordan el desarrollo de serious games virtuales, el hardware libre, el aprendizaje de la programación, o los procesos de desarrollo de ideas?

¿Qué escenarios se abren en relación a la investigación y las industrias creativas a través de la transformación del espacio que proyecta el continuo realidad-virtualidad?

¿Qué estrategias metodológicas se pueden abordar a la hora de realizar un estudio aproximativo al contexto STEAM y su relación con el continuo realidad-virtualidad?

## 2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

¿Qué estrategias metodológicas permiten incorporar la percepción de utilidad y de facilidad de uso, enmarcadas dentro de los modelos de aceptación de la tecnología, para proyectar un escenario de implantación de tecnología de realidad virtual, aumentada, o mixta?

¿Qué escenario emergente ofrecen las disciplinas STEAM en relación al potencial de transformación del espacio por parte de las tecnologías del continuo de la virtualidad?

## 2.3. Hipótesis



## 2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

## HIPÓTESIS 1

Las tecnologías del continuo de la virtualidad (realidad virtual, aumentada, mixta) proyectan una percepción de impacto en el desarrollo de proyectos basados en procesos creativos y colaborativos.

## HIPÓTESIS 2

Los modelos de aceptación de la tecnología (TAM) se proyectan como fenómenos que plantean estrategias eficaces a la hora de diseñar un escenario de convergencia entre procesos creativos y el continuo de la virtualidad.

## HIPÓTESIS 3

Los proyectos enmarcados dentro de las actividades de los laboratorios poseen dinámicas que pueden ser estructuradas a través de lenguajes de modelado y especificaciones que vienen siendo aplicadas al diseño de escenarios educativos.

## 2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

### 3. ANTECEDENTES

### 3. ANTECEDENTES

El presente trabajo de investigación pone el foco, tal como se observa en las secciones relativas al marco teórico y al estado de la cuestión, en una serie de fenómenos emergentes que han sido objeto de estudio recientemente y en décadas anteriores. Los ámbitos del espacio y del entorno son abordados desde las perspectivas que ofrece como *espacio de posibles* (Bourdieu, 1993) para el aprovechamiento del potencial creativo e interactivo que ofrecen las nuevas aproximaciones del espacio a partir de la incorporación de fenómenos como el continuo de la virtualidad.

Si bien el marco de estudio, tal como se observa, posee un elevado grado de complejidad, debido a la cantidad de enfoques bajo el cual se trata, es cierto que se presentan varios puntos de apoyo fundamentales que pueden ayudar a comprender el statu quo tecnológico a corto y medio plazo, siendo cada vez más complejo el hecho de disociar los fenómenos tecnológicos y computacionales con las aproximaciones que parten de las ciencias cognitivas, las ciencias sociales, la comunicación o las artes, ayudando a reforzar la necesidad de continuar configurando un marco de convergencia de disciplinas STEAM que aporte una serie de visiones que permitan abordar el conjunto de fenómenos implicados de manera global.

Es preciso tener en cuenta que los fenómenos que convergen en el presente trabajo de investigación provienen de áreas del conocimiento heterogéneas, que además poseen un carácter multidireccional en lo que a incorporación de perspectivas teóricas se refiere. A este respecto, si bien el núcleo del presente marco de investigación es relativamente amplio, las disciplinas transversales que en algún momento se incorporan al presente conjunto de áreas de estudio poseen un carácter marcadamente heterogéneo. Así, teniendo presente los aspectos relativos a fenómenos asociados con la creatividad, por una parte, y con el continuo de la virtualidad, desde una perspectiva que observa la transformación potencial del espacio, gracias a la componente de simulación que ofrece la realidad virtual o la prolongación del espacio que ofrece la realidad aumentada, por otra, el cúmulo de elementos y líneas de investigación transversales incorporados se muestra relevante: narrativa, HCI, robótica, ergonomía cognitiva, realidad virtual, realidad mixta, realidad aumentada, arte generativo, interaction design, ciencias de la comunicación, fotografía, patrimonio histórico cultural, creatividad computacional, desarrollo de prolongaciones de los sentidos humanos (también a modo de prótesis), tecnologías hápticas, ciencias del comportamiento, industrias creativas o educación, entre otros muchos.

Todas estas áreas del conocimiento abordadas (muchas de ellas como fenómenos emergentes) tienen un largo recorrido en cuanto a referencias en la literatura científica, incluyendo aquellas que vienen siendo incorporadas de manera reciente.

El estudio del fenómeno del continuo de la virtualidad, si bien tiene una larga trayectoria desde la configuración de los esquemas teóricos elaborados en los años 90 por Milgram y Kishino (1994), ha sido objeto recurrente de estudio en las dos décadas

posteriores, tanto desde el punto de vista de las aplicaciones de la tecnología emergente asociada a tal fenómeno, como desde la reflexión teórica que ha posibilitado una evolución de la configuración del pensamiento e incluso el abordaje filosófico de las aéreas relacionadas con la computación, teniendo en cuenta el impacto que el ámbito de lo virtual ejerce sobre el espacio físico. El desarrollo de experiencias a partir de esta reconfiguración de la noción del espacio, es propuesta en los estudios llevados a cabo por Davis et al. (2003), proyectando una serie de tecnologías que permite una serie de transiciones, sin interrupciones, entre los diferentes niveles de inmersión que conforman el continuo de la virtualidad. Plantean de este modo que las aplicaciones tecnológicas emergentes recibirían un impacto positivo del estudio conceptual de los diferentes niveles de inmersión e interacción con el medio.

Dentro del marco del aprendizaje basado en experiencias, el continuo de la virtualidad ha sido propuesto como fenómeno favorecedor del desarrollo de escenarios para el aprendizaje colaborativo y constructivista, específicamente en entornos escolares en fases tempranas del aprendizaje (Kritzenberger et al., 2002). A este respecto, el potencial que ofrece la prolongación del espacio a través del fenómeno del continuo de la virtualidad ha posibilitado, por una parte, el desarrollo de aplicaciones donde el proceso de interacción con la información procedente del espacio virtual se vuelve más intuitivo. Por otra, la reflexión en torno al potencial del espacio como factor de transformación de los procesos educativos, de investigación, y dentro del contexto de las ciencias de la comunicación proyectan escenarios en los cuales la relación con la tecnología se aborda desde metodologías de investigación tales como el HCI o incluso el HWI. A este respecto, es relevante encontrar estudios relacionados con las aproximaciones al planteamiento de la interacción con el espacio virtual, relacionados con los procedimientos que lleva a cabo el agente/usuario en su relación con el espacio físico y virtual, lo que en no pocas ocasiones se conforma dentro del marco de la navegación (Grasset et al. 2011), incorporando, de nuevo, la necesidad de explorar el espacio a través del uso de aplicaciones tecnológicas que presentan escenarios de interacción con las dimensiones emergentes que aporta el fenómeno de evolución de la tecnología en el ámbito de los propios procesos interactivos, profundizando en dicha relación con la información procedente del mundo virtual.

Las tecnologías que se enmarcan dentro del contexto del continuo de la virtualidad también vienen siendo objeto de aproximaciones teóricas y aplicaciones desde hace por lo menos dos décadas. Así, Espinosa Castañeda y Medellín Castillo (2014) realizan experiencias con la realidad virtual y las tecnologías hápticas para la generación de iconos mentales en personas invidentes, profundizando en el potencial que ofrece el continuo de la virtualidad para crear elementos narrativos y semióticos, permitiendo de nuevo transformar la relación con el espacio. Por su parte, Correia et al. (2012) profundizan en el carácter colaborativo de los mundos virtuales y los metaversos, explorando en sus estudios las posibilidades que ofrece, por tanto, el continuo, como elemento de transformación de la relación con el entorno. Por otra parte, la

transformación en el ámbito de la comunicación en lo referente a la incorporación de la realidad virtual y aumentada a un cada vez mayor número de áreas de estudio, es objeto, ya desde mediados de los años 90, de una serie de aproximaciones teóricas en relación a estudios iniciados por autores tales como Biocca y Levy (1995), constituyéndose de este modo como estudios pioneros que abordan el fenómeno de convergencia entre las ciencias de la información y la comunicación y las tecnologías de simulación y prolongación del espacio en el ámbito del continuo de la virtualidad. En esa misma década Meyer (1995) aborda la dimensión narrativa en el ámbito de la realidad virtual.

La proyección del fenómeno de convergencia entre las disciplinas relacionadas con la tecnología, la ciencia y el arte, permite observar la configuración de un escenario de confluencia que pone en evidencia la necesidad de incorporar el conjunto de disciplinas relacionadas con las artes, la comunicación y la educación al contexto experimental de la ciencia y la tecnología. La configuración del marco de conocimiento STEAM encuentra su fundamento teórico en los estudios de Harrell y Harrell (2011), que plantean un escenario de convergencia entre la ciencia, la tecnología, la ingeniería, las artes y las disciplinas relacionadas con las matemáticas. El potencial que ofrecen, en este ámbito, las disciplinas relacionadas con la creación artística y las ciencias de la comunicación, permiten establecer líneas de investigación en las que los perfiles relacionados con las industrias creativas juegan un rol fundamental en escenarios emergentes.

El espacio virtual, la realidad aumentada y los metaversos, entre otros fenómenos relacionados con el continuo de la virtualidad, también vienen siendo abordados desde la dimensión que presenta líneas de investigación relacionadas con el ámbito de la creación artística. Si el enfoque STEAM expone la necesidad de incorporar perfiles creativos y artísticos dentro del ámbito de la ciencia y la tecnología, el espacio virtual se nutre, en no pocas ocasiones, de manifestaciones creativas y artísticas, incluyendo el ámbito de las artes aplicadas y el diseño. A este respecto, trabajos aproximativos a la configuración de los espectros artísticos en el continuo de la virtualidad y dentro del ámbito del espacio digital, han sido abordados de forma teórica por Wands (2007). Dzekian (2005) también realiza una serie de aproximaciones en lo referente a la configuración del fenómeno artístico en los entornos virtuales. La cuestión abordada por Dzekian reflexiona en torno al espacio virtual como soporte artístico. Popper (2007) realiza también un recorrido que pone en relieve la dimensión artística desde el punto de vista tecnológico, por una parte, y desde el punto de vista del arte virtual, fundamentando las diferencias existentes entre la dimensión tecnológica (pero no necesariamente virtual) y la intangibilidad de las manifestaciones artísticas en el entorno virtual.

Entre trabajos recientes publicados que ponen en relieve la relación entre arte, ciencia y tecnología, se encuentran referencias relevantes en nuestro país. Tornero Lorenzo



(2009) explora las conexiones entre estos tres pilares del constructo de marcos de referencia de la investigación en el contexto de las dos primeras décadas de siglo XXI, profundizando en fenómenos como la intromisión de la tecnología en el arte, y haciendo referencia a los procesos colaborativos que vienen implícitos en algunas manifestaciones de los fenómenos de creación emergente, también en las artes. De este modo, fenómenos como net.art, new media art o arte generativo son abordados por estudios que plantean el fenómeno desde diferentes perspectivas, desde el recorrido, en la primera década del siglo XXI, desde la aproximación conceptual al espectro comparativo entre los fenómenos de la ilusión y la simulación (Grau, 2003), hasta la configuración del new media art o arte de los nuevos medios, como espacio generador de fenómenos culturales en regiones geográficas<sup>9</sup> con una escena artística emergente y un elevado potencial en lo que a industrias creativas se refiere (Guangyu y Qingben, 2014).

En lo referente a la innovación en el ámbito de las ciencias de la educación, el estudio de propuestas de transformación del contexto espacial (incluyendo, además los procedimientos metodológicos) encuentran su eco en el discurso elaborado por Acaso (2012), proponiendo una transformación revolucionaria del espacio en el cual se llevan a cabo los procesos de aprendizaje, indagación e investigación. Esta transformación pasa por incorporar cambios en la metodología, a través de la comprensión del conjunto de los fenómenos que acontecen en el entorno, indagando en la dificultad de disociar el proceso del contexto.

En lo referente a las aproximaciones a las prácticas artísticas en los medios que se configuran dentro del espectro del continuo de la virtualidad, San Cornelio et al. (2010) abordan las posibilidades creativas que ofrece el espacio virtual, a través de ejemplos y aproximaciones a las denominaciones y nomenclaturas de los fenómenos emergentes y artísticos.

Por último, abordando la dimensión que pone el foco en la práctica y las aplicaciones del continuo de la virtualidad en los ámbitos de la educación, el desarrollo de proyectos con fines específicos, o la educación, una parte relevante de la literatura científica y especializada en la temática viene produciendo una serie de trabajos que ponen el foco en la transformación que ha supuesto la implantación de ciertas tecnologías asociadas al continuo de la virtualidad, desde la realidad aumentada a la realidad virtual, al entorno donde se desarrollan tales actividades. De este modo, Moreno y Mayer (2002) plantean el uso de los entornos de realidad virtual para el aprendizaje de las ciencias, reflexionando sobre el rol que juega la metodología y el propio entorno en el desarrollo de procesos de aprendizaje de disciplinas científicas y tecnológicas. En líneas de investigación análogas se observa el trabajo de González Aspera y Chávez Fernández (2011), los cuales proponen el uso de la realidad virtual para explorar el fenómeno de

---

<sup>9</sup> En el caso específico del estudio de Guangyu y Qingben (2014) el ámbito de estudio se ha centrado en los fenómenos de arte generativo y de los nuevos medios en el contexto chino.

los ambientes inteligentes de aprendizaje, poniendo el foco, en línea con el presente trabajo de investigación, en la importancia del entorno, incluyendo los elementos que participan del proceso de interacción. En el contexto del aprendizaje situado, Rubio-Tamayo et al. (2014) plantean la incorporación de un conjunto de tecnologías relacionadas con el continuo de la virtualidad en contextos de aprendizaje situado, en donde la realidad aumentada juega un papel importante en el proceso de interacción de los alumnos con el medio. Cabañes y Rubio (2014) profundizan, por otra parte, en la intersección entre arte, tecnología y videojuegos, para diseñar espacios de aprendizaje fundamentados en las pedagogías libres. El aprendizaje basado en proyectos e configura también como un factor que forma parte del presente marco de estudio que engloba el ámbito de las ciencias de la educación. Qidwai (2011) propone modelos de aprendizaje amenos a partir del desarrollo de proyectos creativos fundamentados en la robótica. Anteriormente, De Freitas y Oliver (2006) venían proponiendo aproximaciones al aprendizaje fundamentado en la exploración mediados por la integración de serious games y entornos de realidad virtual inmersiva e interactiva en el currículum escolar. En la misma línea, Wojciechowski y Cellari (2010) proyectan el uso de tecnologías de realidad virtual y aumentada, y Dieker et al. (2008) exploran las implicaciones de las tecnologías de simulación y realidad aumentada y mixta para diseñar entornos de aprendizaje en el que puedan interactuar, de un modo más accesible, alumnos con necesidades especiales.

Para concluir esta parte del presente trabajo de investigación, cabe destacar la relevancia de poner el foco en la realidad aumentada y mixta, en concreto en lo que respecta a la relación que la realidad aumentada viene teniendo una profunda con el estudio del patrimonio histórico-cultural, pudiéndose observar un gran número de experiencias, que además profundizan en el fenómeno de la relación entre el usuario y el espacio, y se enmarcan dentro del ámbito de las industrias creativas. Manovich (2010) aborda la dimensión poética del espacio aumentado, realizando una serie de aportaciones relevantes al ámbito del continuo de la virtualidad desde la perspectiva conceptual y semiótica, y profundizando en el fenómeno del espacio. En lo referente a las experiencias que permiten aportar una serie de dimensiones emergentes, en relación a los procesos de interacción con el entorno, y teniendo presente las perspectivas educativas y del patrimonio artístico cultural, Liarokapis et al. (2007) proponen el uso de herramientas de realidad aumentada para explorar el entorno urbano, convirtiéndolo tal entorno en un espacio de aprendizaje situado y de carácter experiencial y experimental. Pérez López y Contero (2013) utilizan la realidad aumentada para volcar contenido multimedia para fines educativos, de modo que los estudiantes y los usuarios de la tecnología pueden interactuar con el contenido en tiempo real. Lai y Hsu (2011) trabajan también en esa línea de investigación que muestra la convergencia entre realidad aumentada y educación. En el mismo ámbito, y teniendo en cuenta las posibilidades que ofrece la realidad aumentada en lo referente a patrimonio cultural y educación, Chang y Liu (2013) aplican tecnologías de AR tridimensionales para

**3. ANTECEDENTES**

impulsar la motivación del usuario o estudiante en entornos de aprendizaje situado, permitiendo facilitar tal proceso de aprendizaje. Luckin y Fraser (2011) también incorporan la realidad aumentada en los procesos de aprendizaje, reflexionando alrededor del fenómeno del espacio potencial para el aprendizaje, en el cual se implementa la tecnología de AR y se producen las interacciones.

## 4. OBJETIVOS

## 4. OBJETIVOS

## 4.1. Objetivo Principal

- Definir el estado de las tecnologías del continuo de la virtualidad en relación a los procesos de investigación y creación que se llevan a cabo en laboratorios que incorporan una componente tecnológica y experimental relevante.

## 4.2. Objetivos Específicos

- Realizar una tentativa aproximativa al desarrollo de proyectos que se llevan a cabo en entornos naturaleza heterogénea (física, mixta o virtual).
- Aproximarse a las características que definen perfiles de los agentes implicados (investigadores, creativos, ingenieros, diseñadores, educadores), que desarrollan sus actividades en los laboratorios y medialabs, definiendo así escenarios de convergencia entre las disciplinas que conforman el STEAM.
- Contribuir a la configuración de las bases teóricas de un proceso de transformación de la enseñanza y la investigación, en una vía que busque la optimización de los recursos tecnológicos y sea capaz de implementar procesos de interacción con entornos virtuales y mejorar la comunicación entre los agentes implicados.
- Aproximarse al uso de la retórica y el lenguaje utilizados en los labs (universitarios, auto gestionados o asociados instituciones de investigación o divulgación cultural), en la medida en que se puedan estructurar estrategias de visualización de las actividades, la implantación de la tecnología, y la interacción con el entorno.
- Potenciar un marco de reflexión en torno a la implementación de metodologías, estrategias y procesos de interacción, usados en entornos de creación experimental con una elevada componente tecnológica (medialabs), profundizando a su vez en el la comprensión del nivel de adaptación que tienen las tecnologías relativas al continuo de la virtualidad.
- Promover una reflexión en torno al funcionamiento de los laboratorios que incorporan tecnologías digitales (fundamentalmente realidad virtual, aumentada, videojuegos o robótica), que permitan continuar el proceso evolutivo de la convergencia entre arte, ciencia, tecnología y virtualidad.
- Profundizar en el potencial creativo que ofrecen las tecnologías digitales que se enmarcan en el continuo de la virtualidad.
- Reflexionar en torno al planteamiento de vías de implementación de uso de creatividad en contextos con una fuerte componente tecnológica, mediante la simulación del espacio que ofrece la realidad virtual, la prolongación que ofrece

la realidad aumentada, y la capacidad de reconstrucción que posibilitan las tecnologías de robótica libre y hardware libre.

- Desarrollar una tentativa de marco teórico que permita profundizar en estrategias innovadoras de retroalimentación entre los métodos de los laboratorios de investigación universitarios y los medialabs, creando a su vez espacios de convergencia entre las metodologías y estrategias usadas en los labs y medialabs, los laboratorios de experimentación universitarios (partiendo de las áreas de la comunicación y las artes), y los espacios de desarrollo de proyectos.
- Plantear la viabilidad del uso de tecnologías de realidad aumentada y virtual, así como el hardware libre (como por ejemplo, la robótica), como herramientas para la investigación y la innovación en diferentes ámbitos, incorporando dinámicas de trabajo más interactivas.
- Configurar modelos aproximativos de escenarios de futuro para la incorporación de videojuegos y serious games en contextos inéditos que se encuentren asociados a la creación, la experimentación, o la investigación.
- Proyectar un marco de reflexión en torno a la naturaleza constructivista y heurística de las tecnologías del continuo de la virtualidad: realidad virtual, realidad aumentada, realidad mixta, robótica, hardware libre, programación o simulación, entre otros.
- Asentar las bases teóricas de posibles futuros escenarios donde converjan arte, ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEAM), considerando la importancia del factor creatividad y poniendo el foco en la implementación en contextos educativos y líneas de investigación confluyentes.
- Analizar el potencial de los diferentes componentes del continuo de la virtualidad para optimizar el desarrollo de líneas de investigación híbridas que combinen aspectos asociados al arte, la comunicación, la ciencia, la tecnología y la virtualidad.
- Fomentar el marco de reflexión en torno al potencial que tienen las tecnologías de realidad virtual y aumentada para impulsar el proceso de evolución y transformación de los paradigmas del conocimiento.

## 5. METODOLOGÍA





## 5.1. Vínculo entre la Problemática, las Técnicas y los Instrumentos.

El estudio del ámbito del continuo de la virtualidad, desde las perspectivas y focos planteados en el presente trabajo de investigación, tales como las disciplinas STEAM, los procesos y técnicas de creatividad, las ciencias de la información y la comunicación, o la educación, plantean un marco de investigación y análisis que detenta un grado de complejidad elevado, de modo que una aproximación a la comprensión de los fenómenos que son abordados en la presente investigación, requiere el empleo de una serie de estrategias que ponen el foco en diferentes aspectos relativos al continuo de la virtualidad, tanto desde el punto de vista del análisis de procesos como el de contenido, abordando también la percepción y respuesta del usuario en lo referente a la incorporación de tecnologías o entorno virtuales potencialmente innovadores o disruptivos, así como elementos que comportan un carácter lúdico en entornos enmarcados en el rango del continuo de la virtualidad (videojuegos) , aunque no tengan finalidades explícitamente lúdicas (serious games).

La complejidad del fenómeno, tal como se viene describiendo, precisa abordar el estudio desde una perspectiva combinada cuantitativa-cualitativa. De este modo, para profundizar en el estudio de la naturaleza de los componentes que se asocian al continuo de la virtualidad, la estructuración del estudio en diferentes parámetros diferenciados, que abordan la cuestión desde perspectivas diferenciadas pero al mismo tiempo convergentes, permite emplear técnicas y estrategias asociadas a parámetros cuantitativos y cualitativos, lo que aporta un número relevante de aproximaciones al propio estudio.

Es por ello que a partir de las hipótesis, problemáticas y objetivos planteados, se aborda una estrategia de investigación diferenciada que parte de la naturaleza implícita de la propia problemática, o cómo puede ser esta abordada en su propio contexto.

La relación, por tanto, entre la problemática planteada, las técnicas de investigación utilizadas, y los procedimientos y los instrumentos empleados se muestra en la tabla a continuación, que estructura el proceso de investigación llevado a cabo en el presente documento:

Tabla 1. Esquema metodológico. Relación entre problemáticas, procedimientos (e instrumentos) y técnicas de investigación.

Problemática	Procedimiento/ Instrumento	Técnica
Identificar terminología y retórica relacionadas con el <i>continuo de la virtualidad</i> y el nivel de implantación de la tecnología relacionada (mundos virtuales, realidad aumentada).	1) Revisión de la literatura científica. 2) Revisión de la literatura de tendencias.	<b>Análisis documental</b> de una selección de la literatura científica relacionada.
Análisis descriptivo de la naturaleza de los proyectos llevados a cabo en Laboratorios Multimedia Virtuales y la proyección de los mismos	Análisis de contenido descriptivo de los proyectos desarrollados espacios virtuales de los laboratorios a través de la evaluación del contenido web	<b>Teoría fundamentada</b>  Análisis con software de gestión de contenido. NVivo/MAXQDA/QCadas/Atlas.ti
Identificar la estructura de los proyectos en los labs, relacionados con el continuo de la virtualidad.	Medición de los rasgos identificados de los proyectos dentro del continuo de la virtualidad.  Análisis cuantitativo de posicionamiento y estructura	<b>Teoría fundamentada</b>  <b>IMS LD</b>  Modelado / Diagramas  Mundo Real - Realidad Aumentada - Virtualidad Aumentada – Realidad Virtual
Identificar tendencias en el uso de software interactivo en los proyectos desarrollados en los laboratorios.	Cuestionario estructurado por categorías de software de realidad virtual y aumentada.	<b>Modelo de Aceptación de Tecnología (TAM)</b>  Tablas de contenido estructuradas por categorías.
Identificar tendencias de uso de técnicas de creatividad en los proyectos desarrollados en los laboratorios.	Cuestionario estructurado por técnicas de creatividad	Tablas de contenido estructuradas por categorías.
Identificar tendencias de uso de técnicas específicas, como motores de juegos, hardware libre o serious games, en los laboratorios.	Cuestionario estructurado por categoría específica.	<b>Modelo de Aceptación de Tecnología (TAM)</b>  Tablas de contenido estructuradas por categorías.

Problemática	Procedimiento/ Instrumento	Técnica
Realizar una aproximación descriptiva a procesos creativos y constructivistas que se producen en laboratorios a partir de la implantación de tecnologías y mecánicas innovadoras.	Incorporación de innovaciones en los contextos abordados	<b>Design-Based Research (DBR)</b>
	Análisis de procesos a partir de la observación participante.	<b>Investigación-Acción</b>
Complementar el proceso de análisis a partir de aportaciones realizadas por expertos, a nivel terminológico y retórico.	Entrevista semi-estructurada.	<b>Teoría Fundamentada</b>
		Entrevista con preguntas abiertas.

Para optimizar el ratio de respuestas, los cuestionarios empleados se han estructurado en dos bloques fundamentales. Por una parte, el bloque que engloba la creatividad, el modelo de aceptación de la tecnología para la realidad virtual y aumentada, y el propio uso de herramientas pertenecientes al continuo de la virtualidad.

Por otra parte, se aborda el uso de herramientas y tecnologías específicas relativas a fenómenos como los serious games, los propios motores de juego, o el hardware libre.

## 5.2. Enfoque Heurístico

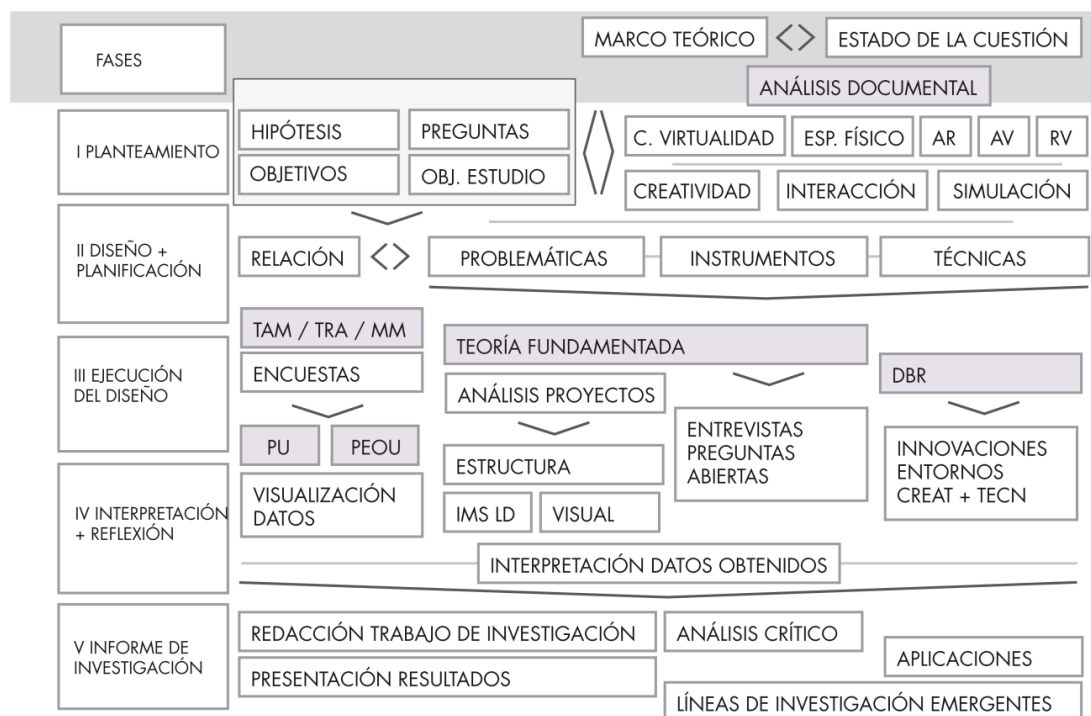
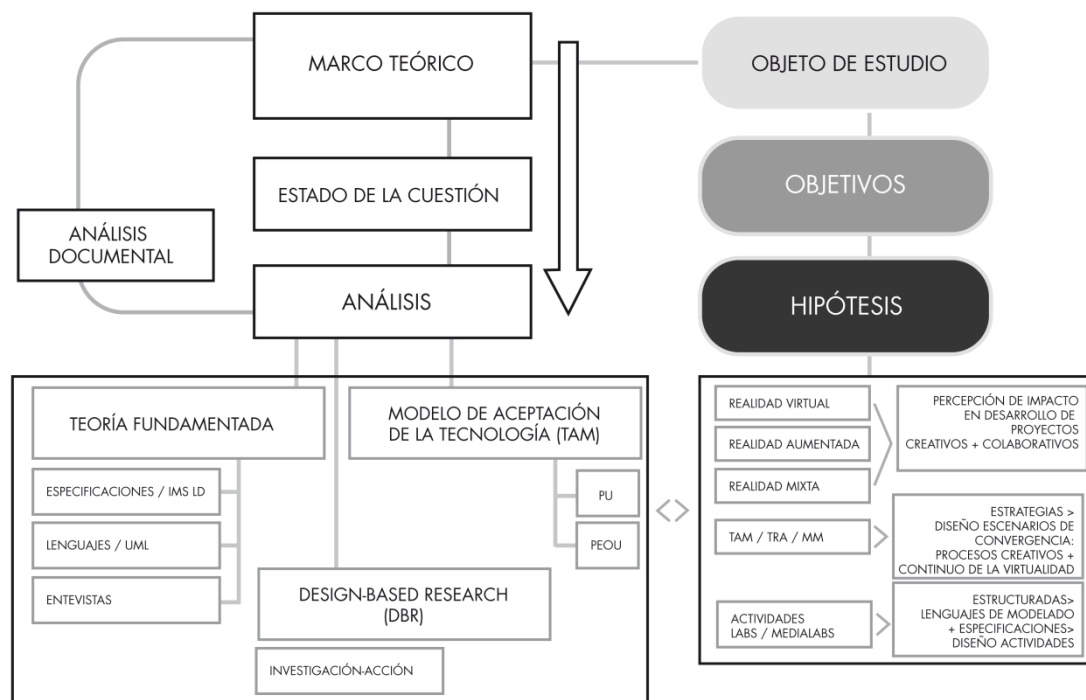
Los métodos heurísticos son estrategias y acciones enfocadas al hallazgo de problemáticas específicas, y de planteamiento resolución de las mismas a partir de enfoques provenientes de los ámbitos de la creatividad (incluyendo los procesos de pensamiento lateral y divergente) y en base, a su vez, de experiencias anteriores. Desde el planteamiento teórico y la formulación de preguntas e hipótesis, la heurística permite abordar estrategias basadas en el hallazgo y resolución de problemas y de crear una estructura organizativa y esquemática que permite visualizar los elementos que conforman la investigación para tomar decisiones concretas respecto a la misma. El proceso de investigación parte por lo tanto, de planteamientos heurísticos que plantean la búsqueda de problemáticas emergentes para proponer, a su vez, enfoques de carácter innovador y plantear procesos de mejora a partir del abordaje de tales problemáticas, incidiendo en la necesidad constante de plantear cuestiones en torno a los fenómenos analizados.

## 5.3. Fases de la Investigación

Martínez González (2007, p. 39) plantea una estructuración de los procesos de investigación y análisis en cinco fases diferenciadas, dispuestas como se describe a continuación:

- *Fase I) Planteamiento de la investigación:* Enfocada a delimitar y definir el tema alrededor del cual se plantea realizar la investigación.
- *Fase II) Diseño y planificación de la investigación:* Se identifican las variables de estudio y se realiza un proceso de operativización, describiendo en este contexto la realidad que se va a ser investigada, el target al que se dirige el estudio, los objetivos, y los procedimientos de recogida de información que son utilizados en la investigación.
- *Fase III) Ejecución del diseño de la investigación:* En esta fase se aplican los procedimientos de recogida de información que han sido descritos previamente, para, a continuación realizar un tratamiento de los datos e información recopilados.
- *Fase IV) Interpretación y reflexión:* En esta fase se interpretan los resultados de la información obtenida y se elaboran las conclusiones. También se realiza un diagnóstico del contexto analizado, estableciendo las potenciales implicaciones que tienen para el área de estudio abordada.
- *Fase V) Redacción y difusión del informe de investigación:* En esta fase del proceso de investigación se dan a conocer los aspectos más relevantes de la propia investigación, mediante la publicación estructurada de los resultados y conclusiones de las mismas.

Teniendo en cuenta esta estructuración por fases, se ha configurado la investigación, partiendo de los componentes de marco teórico, y atendiendo a los vínculos ya presentados en este trabajo entre la problemática, los instrumentos y procedimientos, y la técnica utilizados. Esto pone de relieve, además, los diferentes agentes que conforman el objeto de estudio de la presente investigación. Esta descripción del objeto de estudio, tal y como se hace referencia en la sección correspondiente al mismo (dentro del apartado *Justificación de la Investigación*), hace referencia al potencial uso de la tecnología en función de los diferentes agentes que pueden ayudar a configurar el continuo de la virtualidad, como los son el espacio (virtual y físico), las dinámicas de trabajo en contextos colaborativos y/o participativos, o el uso de herramientas tecnológicas heterogéneas (entornos virtuales, realidad aumentada, hardware libre). Para una mayor comprensión por parte del lector, se ha realizado un mapa conceptual a través de las figuras que se presentan a continuación:





## 5.4. La Teoría Fundamentada / Grounded Theory

La Teoría Fundamentada (Grounded Theory) constituye una de las metodologías más extendidas en lo referente al análisis cualitativo, siendo utilizada para conformar teorías a partir de los fenómenos observados. Los principios teóricos en los que se fundamenta son la recopilación de datos a partir de la observación o el análisis de contenido, de modo que es categorizada dentro de las teorías inductivas basadas en el descubrimiento. La teoría fundamentada permite al investigador, por ello, realizar un recuento teórico de los rasgos generales de una línea de investigación o una temática concreta, a la vez que son fundamentados los recuentos de los datos o las observaciones empíricas (Glaser y Strauss, 1967, en Yancey Martin y Turner, 1986, p. 141). Strauss y Corbin (1994, p. 273), describen a su vez la teoría fundamentada como una metodología general para desarrollar conocimiento teórico, y cuyo fundamento se basa en los datos sistemáticamente recopilados y analizados. La teoría puede ser *generada*, de este modo, a partir de los datos, o, si existen una serie de teorías previas a la recopilación y análisis de los datos, estas pueden incorporar las transformaciones que aportan los nuevos análisis de datos.

Una definición aproximativa a la teoría fundamentada, es aportada por Glaser (1992, p. 30, en Glaser y Holton, 2004):

Comprende una metodología de análisis, que en convergencia con la recopilación de datos, utiliza una serie de metodologías, que son aplicadas de manera sistemática, con el fin de generar una teoría inductiva en un área o un conjunto de áreas específicas. El resultado de la investigación se conforma como una formulación teórica o el conglomerado integrado de hipótesis conceptuales, sobre el área específica que conforma el objeto de estudio.

La metodología de la teoría fundamentada implica, de manera implícita, *la generación de la teoría y la investigación social como dos partes del mismo proceso* (Glaser, 1978, en Strauss y Corbin, 1994, p. 273), constituyéndose como una estrategia adecuada para el estudio y la investigación en torno al funcionamiento de sistemas y entornos que incorporan procesos de interacción con realidad mixta, aumentada, o virtual, como es el caso.



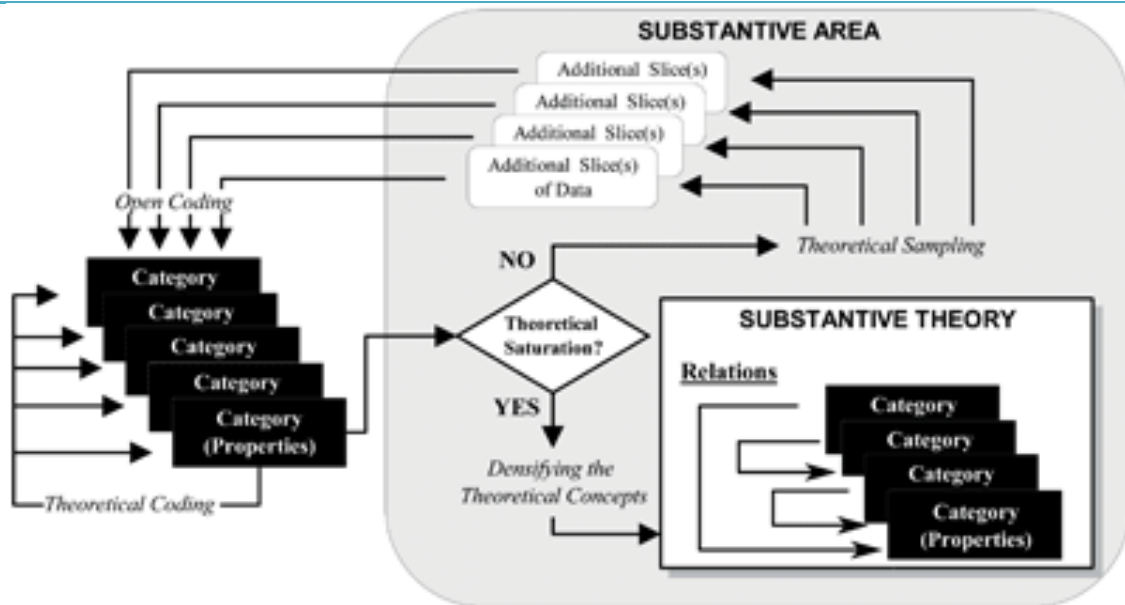


Diagrama de Lehmann (2001), recuperado en 2014-11-16 a partir de [http://press.anu.edu.au//info\\_systems/mobile\\_devices/ch05s04.html](http://press.anu.edu.au//info_systems/mobile_devices/ch05s04.html)

Otros estudios (Albela, García Nieto y Pérez Corbacho, 2007) plantean también el carácter evolutivo de la teoría fundamentada, sosteniendo, al mismo tiempo, la idea de que la misma se constituye como una metodología apropiada para los procesos de investigación interactivos. Los mismos autores refuerzan el carácter definitorio de los fenómenos observados en base a postulados de la teoría fundamentada, a través de acciones concretas, como la prueba de hipótesis o la generación de contenido teórico a partir de la observación de fenómenos concretos o el análisis de contenido. De esta manera, la investigación, en base a la observación de interacciones, es susceptible de

ser abordada a partir de los planteamientos que ofrece la teoría fundamentada en el contexto analizado en el presente trabajo de investigación.

En cuanto a la aplicabilidad en las estructuras organizativas, es relevante la existencia de estudios, desde los años 80, que abordan estrategias para incorporar la teoría fundamentada al estudio de las organizaciones y de los sistemas en los cuales se producen interacciones entre individuos y con el propio entorno, como el ya citado de Yancey Martin y Turner (1986), enfatizando el potencial para incorporar mejoras en los contextos educativos, corporativos, o en la propia investigación.

La metodología que parte de la teoría fundamentada ha sido, no obstante, objeto de una serie de transformaciones relativas a la capacidad que tiene de incorporar datos para proceder a técnicas de análisis posterior. Glaser y Holton (2004) incorporan, por su parte, el análisis cualitativo de dato (QDA) para poner el foco en las sucesivas transformaciones y remodelaciones de que ha sido objeto la propia teoría fundamentada, que pone de relevancia, a su vez, al contraste con aproximaciones con una componente empirista derivada del conocimiento fundamentado en la experiencia sensorial, tal como pueden ser fenómenos ligados a corrientes como el positivismo.

No obstante, los estudios aproximativos a las remodelaciones y la evolución de una teoría susceptible de incorporar innovaciones, tal como la teoría fundamentada, reflejan a su vez la capacidad de abordar las bases teóricas de y los principios fundamentales en los cuales se asienta la construcción de dicha aproximación teórica. Los estudios que ponen el foco en el proceso de análisis asociado a la teoría fundamentada estructuran dicho proceso en una serie de pasos, que parten de la recolección de datos, y pasan por una serie de estratos intermedios (toma de notas, codificación, estructuración reflexiva de notas –lo que en el contexto de la literatura científica se conoce como *memoing*– la clasificación, y por último, el proceso de escritura de los datos recopilados, con el fin de facilitar el proceso de comunicación.

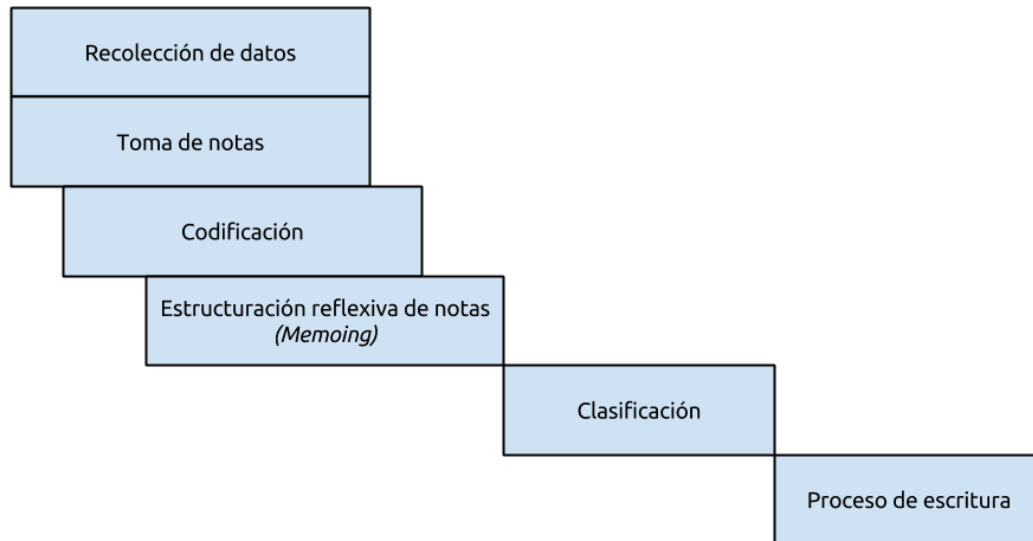


Figura 4. Estructuración de las fases de un estudio a partir de la teoría fundamentada, que parte de la recolección de datos, de manera que la teoría se constituye como emergente, a medida que los datos van siendo tratados y estructurados.

Recuperado en 2014-11-16 de <http://www.aral.com.au/resources/grounded.html>

La teoría fundamentada aborda el ámbito de las innovaciones, a partir de la construcción de la teoría a lo largo del proceso que viene siendo descrito. Uno de los aspectos fundamentales, inherentes a la construcción de la propia teoría, es aquel referente a la delimitación del propio constructo teórico (Trinidad Requena et al., 2006, p. 61), de manera que se hace preciso incorporar un criterio teórico para delimitar el propio alcance de la información obtenida a partir de los datos recopilados. Sin la incorporación de una serie de criterios teóricos, los requisitos metodológicos relativos a la representatividad, la incorporación de la información a un contexto más general y la fiabilidad de los resultados, pueden ser tener un carácter más aleatorio, lo que sin duda tendría efectos directamente perjudiciales en la propia investigación.



Figura 5. Diagrama que muestra las componentes de la visión ecológica de la innovación, utilizado por Trinidad Requena et al. (2006) como modelo para la construcción de los fundamentos teóricos a partir de los aspectos de la teoría fundamentada.

La estructuración de los aspectos teóricos de la innovación, mostrada en este diagrama, sirve de referencia para la elaboración de modelos de construcción teórica a medida que los datos son analizados.

El carácter heurístico que ofrece la teoría fundamentada la hace idónea para el estudio de escenarios donde se producen factores asociados a la innovación, lo que incorpora a su vez un enfoque de especial interés para el estudio de los procesos creativos y la estructuración esquemática de los entornos, en los cuales se producen las interacciones que encuentran su fundamento en procesos teóricos. Ello incluye los propios límites, tanto conceptuales como metodológicos, del abordaje de la naturaleza de los entornos (virtuales y físicos) a partir del marco metodológico que aporta la teoría fundamentada.

La investigación interactiva se comporta, a su vez, como una de las componentes que se asocian, de modo intrínseco, a la construcción de modelos y estructuras a partir de la teoría fundamentada. El carácter evolutivo de la propia teoría fundamentada plantea una serie de principios, que inciden particularmente en el potencial que ofrecen los entornos de realidad aumentada, mixta, y virtual, de generar estructuras de comunicación e interacción cuyo estudio puede ayudar a explicar el contexto en el que se desarrolla la construcción de culturas emergentes, mediadas por las tecnologías digitales, y que se encuentra en fase de construcción, no solamente desde el punto de

vista tecnológico y metodológico, sino también desde el punto de vista de la retórica y la comunicación, lo que plantea un marco de investigación que se fundamenta en el estudio y la propuesta de innovaciones.

Otros estudios que abordan la teoría fundamentada a partir de la descripción de los elementos que la conforman, aportan una perspectiva que permite profundizar en la clasificación teórica, estructurando de modo esquemático las partes que conforman dicho marco teórico de investigación. Entre ellas se encuentran componentes tales como el *muestreo teórico*, las *categorías*, el *método comparativo constante*, la *codificación abierta*, y las teorías sustantiva y formal, entre otros (de la Torre, s.f.). Desde esta línea de estudios se remarca, además, el carácter que tiene la teoría fundamentada como teoría generadora, que da lugar a la emergencia de los procesos sociales y la identificación de elementos propios a través de la teoría.

La generación de hipótesis que conforma, de manera intrínseca, como uno de los aspectos principales, relacionados con la teoría fundamentada, constituyéndose, a su vez, en base a las relaciones existentes entre las categorías planteadas en el marco teórico (Glaser et al., 1968), de modo que, a medida que las categorías y propiedades van emergiendo a lo largo del estudio, adquieren un énfasis abstracto, y van conformando interrelaciones, terminan conformando un marco teórico conceptual integrador, que da lugar, a su vez, al fundamento a una serie de hipótesis y se configura el núcleo de una teoría o una serie de teorías de carácter emergente, tal como se viene describiendo en el presente apartado. Desde una perspectiva general de la teoría fundamentada, Glaser et al. describen ya desde los años 60 la propia teoría como un proceso, implicando de esta manera el carácter relativo a proceso de investigación que caracteriza la propia naturaleza de la teoría fundamentada.

Volviendo la vista a estudios más recientes (Timmermans y Tavory, 2012), la construcción de ideas teóricas, basadas en datos empíricos se constituye como un marco de estudio generalizado en el contexto de desarrollo de nuevas teorías, incorporando, a su vez, factores de carácter más emergente como en *análisis abductivo*. La innovación teórica basada en la teoría fundamentada ha sido, no obstante, según Timmermans y Tavory (2012), de carácter limitado, en parte debido al surgimiento de la teoría de manera inductiva, dándose ciertas ocasiones en las que no se parte de un marco analítico previo. Desde esta perspectiva crítica que impulsa, no obstante, la necesidad de incorporar marcos metodológicos emergentes que ayuden a perfeccionar el propio marco de la teoría fundamentada.

Es por ello que Timmermans y Tavory (2012) incorporan a esta área de estudio la teoría de la inferencia de Peirce, así como la aproximaciones a los estudios de la simbología, el pragmatismo, y la lógica de tal autor, para el cual la lógica no constituye otra cosa que la teoría del razonamiento. Los autores incorporan en este aspecto, con fin de complementar el marco de estudio relativo a la teoría fundamentada, el concepto de *abducción*, utilizado para el *estudio de la lógica de la ciencia*, y que forma una parte

sustancial en la obra de Peirce (en Timmermans y Tavory, 2012). Así, la abducción o análisis abductivo, que constituye la configuración de hipótesis para la explicación de los hechos que ocurren en la naturaleza, es equiparada con la inducción, que supone la aceptación y elaboración de las hipótesis por medio de las pruebas y datos recopilados. El tercer elemento que conforma el marco de estudio de Peirce sería constituido por el marco deductivo.

La perspectiva aportada por los autores con la incorporación de los métodos de análisis y estudio abductivos, a los contextos en los que se desarrolla una metodología basada en la teoría fundamentada (que parte, como se viene describiendo, de métodos inductivos), plantean un proceso de análisis meticuloso que facilite el acercamiento a una posición más privilegiada en lo referente a la observación de los fenómenos que explican los sistemas de organización social, educativo, o corporativo, por citar solamente algunos casos de aplicación de análisis. La propuesta, realizada en esta línea de incorporación de métodos abductivos, da lugar a una profundización en la comprensión de las etapas de análisis que conforman la teoría fundamentada, a través de la importancia de la incorporación de conceptos como la revisión, la observación de un marco alternativo<sup>10</sup>, o lo que los autores citan como *extrañamiento*<sup>11</sup>, que consiste en presentar elementos comunes mediante medios excepcionales o singulares, de modo que los elementos son observados bajo una perspectiva extraña al entorno o contexto en el que normalmente es observada. Estos factores aportan una visión complementaria a los criterios que conforman los procesos asociados a la teoría fundamentada, incorporando por lo tanto componentes que, a partir de la consideración de factores emergentes, como a los que se ha hecho referencia en el presente párrafo, permite incorporar procesos de optimización a la construcción de la teoría y las hipótesis, a lo largo del transcurso del análisis.

Situando la perspectiva en el análisis de entornos concretos, análogos al presente proyecto de investigación, se puede observar el uso de la metodología de la teoría fundamentada en ámbitos como la aplicación de dispositivos robóticos en laboratorios y entornos educativos. De este modo, Virnes y Sutinen (2009) plantean un estudio aproximativo a la observación de la evolución de la robótica aplicada en ámbitos de enseñanza/aprendizaje, incorporando de manera implícita un enfoque constructivista. El uso que hacen de la teoría fundamentada como marco metodológico del proyecto, se centra más específicamente en la obtención de resultados relevantes para el estudio que llevan a cabo, más que seguir los propósitos de construcción teórica propios de la teoría fundamentada. De este modo, las propuestas que pueden ser realizadas en relación al uso de la teoría fundamentada son aplicables a los diferentes rangos asociados al continuo de la virtualidad, de modo que las interacciones en entornos de realidad mixta y/o virtual son susceptibles de ser analizados bajo parámetros propios de la teoría

---

<sup>10</sup> *Alternative casing*

<sup>11</sup> El término empleado por los autores, en el original en inglés, es *defamiliarization*

fundamentada, pudiendo, gracias al carácter inductivo de la misma, elaborar la teoría a la vez que tiene lugar el proceso de análisis, y se van estructurando los niveles de elaboración de conocimiento teórico, e incorporando, por último, los conceptos emergentes que han permitido que la teoría sufra un proceso de evolución que ha dado lugar a una optimización.

De este modo, y una vez observado un número relevante de aproximaciones y conceptos a la teoría fundamentada, la aplicación a la observación de los fenómenos descritos en el presente trabajo de investigación, son percibidos una serie destacada de ámbitos con un elevado grado de aplicabilidad para la teoría fundamentada, teniendo en cuenta los factores anteriormente enumerados. Los fenómenos descritos, a los que es aplicado el método de estudio de la teoría fundamentada tienen una relevancia como proyectos que incluyen, a su vez, una componente creativa importante, teniendo lugar los procesos en algún ámbito o entorno que encuentra relación directa con algún rango del continuo de la virtualidad, e incluyendo, a su vez una componente tecnológica significativa, lo que nos muestra un escenario de procesos creativos desarrollados en entornos que combinan elementos *físicos, aumentados o virtuales*.

Es por esta razón que estos ámbitos emergentes ofrecen un marco de estudio de espacial interés, en el cual pueden ser aplicados los principios de la teoría fundamentada, con sus respectivas aportaciones y revisiones posteriores. Entre estos ámbitos, si nos centramos en contextos específicos, se encuentran, entre otros: los videojuegos, serious games virtuales, realidad virtual, realidad aumentada y mixta, la robótica, la programación con fines creativos o la creación de dispositivos bajo la filosofía DIY (*do it yourself*).

## 5.5. IMS Learning Design: La metáfora del teatro para la descripción de escenarios interactivos y sistemas





## 5.6. Aproximación a los lenguajes y las especificaciones para el modelado y descripción de sistemas

El IMS Learning Design se constituye como una especificación de metalenguajes que permiten visualizar la comprensión de los escenarios que tienen un carácter fundamentalmente pedagógico<sup>12</sup>, a través de la estructuración y esquematización, de carácter eminentemente visual, de los procesos que se desarrollan durante el aprendizaje, las interacciones, los elementos que componen el propio sistema de aprendizaje, y la naturaleza del escenario o espacio donde se desarrollan tales procesos, espacio que puede ser de carácter eminentemente físico, mixto, o virtual.

Tal especificación de metalenguajes ha sido abordada por la literatura científica desde una serie de perspectivas que ponen el foco en ciertos aspectos del contexto educativo, aproximándose desde varios fenómenos transversales relativos al contexto STEAM (realidad virtual, robótica, artes, creatividad, etc.). Es por ello que la naturaleza, cada vez más heterogénea, de los entornos, mediados por elementos relativos al continuo de la virtualidad, es objeto de una esquematización visual que permita la comprensión y la estandarización de los procesos que incorporan un determinado grado de interacción, y que poseen un grado elevado en cuanto a posibilidades de intervención. También intervienen los fenómenos transversales relativos a la evolución de la propia tecnología, la mejora de las superficies interactivas y de la capacidad de procesamiento de los dispositivos, y el acceso a un cada vez mayor repertorio de herramienta de hardware, muchas de ellas de código abierto, y que facilitan los procesos de comprensión de fenómenos como la electrónica o la inteligencia artificial, teniendo a su vez implicaciones de carácter creativo y heurístico. La reducción progresiva de costos en los materiales posibilita a su vez un mayor grado de implantación, de modo que el IMS Learning Design se perfila como una herramienta para desarrollar estrategias en los que se presenten una serie de elementos fundamentales: *roles, actividades, entornos, y escenario*.

En el contexto que sugiere una aproximación del continuo de la virtualidad en los entornos en los cuales se producen una serie de interacciones de carácter heurístico y/o pedagógico, y que se fundamentan en el desarrollo de proyectos generales o específicos, la literatura científica aborda la cuestión desde una serie de perspectivas que tienen un elevado grado de interés para la presente investigación, facilitando la comprensión de las propias mecánicas de interacción, en entornos de diferente naturaleza (virtual, mixta, física) dentro del contexto del continuo.

Desde esta perspectiva, las posibilidades relativas a la aplicación de UML LD abordan aspectos relativos al diseño de videojuegos con un enfoque educativo, ya desde la

---

<sup>12</sup> Para obtener más información sobre la especificación del IMS Learning Design, en el glosario del presente documento se puede acceder a una definición más específica.

primera década del Siglo XXI (Burgos, Tattersall y Copper, 2006), dese una perspectiva que reflexiona en torno al carácter complementario que ofrece al lenguaje unificado de modelado (Barab y Squire, 2004), a partir de la fenomenología aproximativa de las tentativas de incorporación de la robótica en diferentes estratos de la educación (Val y Pastor, 2012), o en la fundamentación de estudios comparativos entre contextos socio-culturales dispares, referidos a la implantación de tecnologías en dichos ámbitos (Cerisier y Popuri, 2011).

Estas perspectivas, entre otras, posibilitan la aproximación al uso del IMS LD para el estudio de sistemas que tienen una componente interactiva relevante, y un grado elevado de incorporación de fenómenos del continuo como la realidad aumentada o virtual. Además, permite visualizar los fenómenos transversales relativos a las disciplinas STEAM.

Los componentes fundamentales que ayudan a configurar el IMS LD son estructurados en cuatro áreas:

- *Roles*: Divididos en docentes, asistentes o personal relacionado con el desarrollo de contenidos y asistencia técnica (diseño, programación, desarrollo).
- *Actividades* llevadas a cabo a lo largo del proceso de aprendizaje, desarrollo de proyectos, o interacción con el entorno.
- *Entornos*: Lo que incluye la parte fundamental de los *recursos disponibles*, y los *servicios*.
- *Escenario*: contiene, a su vez, los elementos relativos al desarrollo de la acción, los actos, y los recursos que se asocian a cada rol específico.

La acción se presenta de este modo como una serie de secuencias en los que intervienen los diferentes roles que conforman el escenario donde se desarrolla la acción. Así, de esta manera, la acción puede ser observada a partir de diferentes fases que componen los estratos temporales inherentes al desarrollo de una serie de eventos concretos, de modo que estos son estructurados, organizados, y se convierten en objeto de la adjudicación de una serie de roles específicos.

Los usuarios que adquieren un rol, incorporan, dentro del proceso de desarrollo de sus actividades, una serie de acciones específicas relacionadas. A su vez, cada rol incorpora los propios objetos con los que va a interactuar durante las secuencias relativas al proceso, definidas por los actos. También tienen especial relevancia lo que se denomina *servicios*, que son los medios que posibilitan la interacción entre los usuarios y los objetos relativos al entorno.

Lo que se denomina, bajo tal perspectiva aproximativa, como *acto*, tiene la peculiaridad de que su consecución es llevada a cabo cuando son completados los objetivos y actividades. De este modo, el acto se configura como el conjunto que engloba los roles y los objetivos que tienen que ser desarrollados. La consecución de un acto determinado

daría paso al acto subsiguiente, siendo completado el proceso cuando el conjunto de actividades y objetivos fueran desarrollados y alcanzados<sup>13</sup>.

### 5.6.1. Estructura conceptual

De acuerdo con Jeffery y Curier (2005), la estructura del IMS LD se compone de tres niveles fundamentales (denominados A, B y C) descritos a continuación:

*Nivel A:* Se corresponde con el propio núcleo del IMS LD, y corresponde a los roles (personas que participan del proceso, sea de manera directa, o indirecta), las actividades y los recursos. Además, incorpora la propia coordinación a través del método, el juego, el acto, y los elementos de partes constitutivas de los roles.

*Nivel B:* Este segundo nivel añade un grado de control y complejidad más elevado, a través del uso de propiedades internas (o locales) y externas (o globales). Tales propiedades se configuran como fenómenos transversales, y son utilizadas para agregar información complementaria sobre un usuario, un rol determinado, o resultados de los procesos y las experiencias ocurridas en tal contexto. La persistencia de las propiedades internas se da solamente durante episodio concreto de un escenario diseñado bajo las premisas del IMS Learning Design, de manera que cada vez que se reproduzca el proceso en un mismo escenario, con los mismos elementos, se presentan una serie de factores externos que ejercen una influencia significativa en cada reproducción independiente del acto, aunque la estructura correspondiente al nivel A sea homogénea, en este caso. Es por ello que este nivel hace referencia, por tanto, a circunstancias específicas durante un proceso completo, o mismamente a las características concretas de un conjunto de usuarios durante un proceso específico, que pueden variar en relación a la de otros usuarios.

*Nivel C:* Este tercer nivel hace referencia a la oportunidad de aprendizaje con un mayor grado de sofisticación, a través de niveles de comunicación que posibilitan describir los eventos ocurridos durante los procesos de aprendizaje. Este nivel posibilita la automatización del flujo de las actividades ocurridas durante los procesos de aprendizaje, que son desencadenadas a través de la consecución de tareas y objetivos específicos durante tal proceso de aprendizaje. Este nivel incide especialmente en la naturaleza específica de la respuesta a los eventos que acontecen en un episodio concreto de reproducción del escenario, donde surgen fenómenos específicos, que dependen más del carácter particular de los agentes implicados en el procesos, como los roles, las acciones o las actividades. Estos agentes implicados, cuya descripción pertenece al nivel A, presentan particularidades en un análisis específico, de modo que un usuario particular en un proceso concreto, tal como se describe, presenta una serie de rasgos que hacen que cada proceso tenga sus propias particularidades, las cuales

---

<sup>13</sup> La semejanza con los aspectos relativos a los fenómenos narrativos (lineales y no lineales) se manifiesta, de modo más evidente, en este aspecto concreto, en el que se describen los actos a través de las actividades y los objetivos. A este respecto, es fundamental señalar que los estudios citados anteriormente (Burgos, Tattersall y Copper, 2006) señalan la necesidad de incorporar la estructura del IMS LD a entornos virtuales de carácter lúdico y con enfoque pedagógico.

precisan ser analizadas en un nivel micro, atendiendo a los rasgos concretos y a los flujos de comunicación e interacción que no forman parte del diseño en el nivel A (que atiende más a los rasgos generales).

La representación conceptual de los escenarios a través de la especificación del UML LD es abordada a través de varias aproximaciones. Entre ellas se encuentran los diagramas de clase.

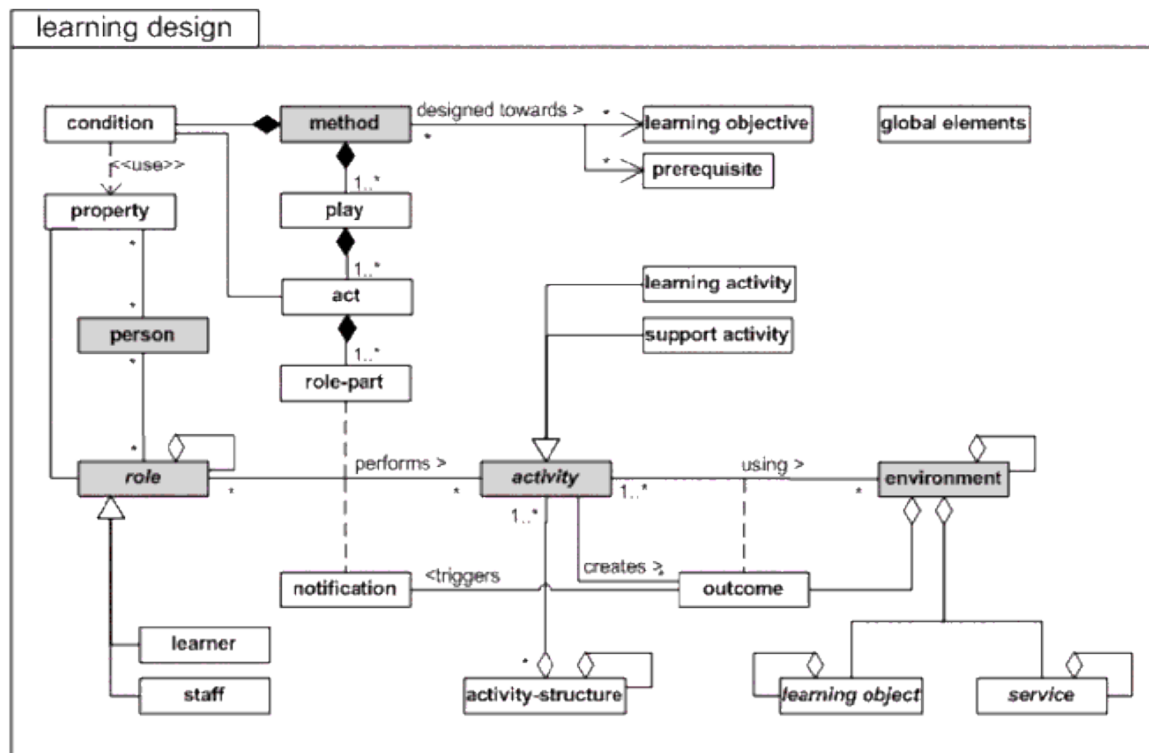


Figura 6 . Diagrama de clases basado en el Lenguaje Unificado de Modelado usado para esquematizar la estructura conceptual del IMS Learning Design.  
Recuperado en 2014-11-05 de [http://edutechwiki.unige.ch/en/IMS\\_Learning\\_Design](http://edutechwiki.unige.ch/en/IMS_Learning_Design).

La esquematización y representación conceptual de los componentes e interacciones que configuran el IMS LD, puede ser llevada a cabo a través de diagramas de flujo que posibilitan la visualización del escenario en el cual se llevan a cabo las actividades diseñadas. A este respecto, las interacciones pueden ser descritas bajo las premisas que definen el propio IMS LD, diferenciando entre los *roles*, las *actividades* los *escenarios*, y los *servicios*, partiendo de la base esquemática de aquella definida por el nivel A, nivel en el que es observado, tal como se describe en párrafos anteriores, el núcleo de las escena. De este modo, los propios núcleos esquemáticos que conforman los elementos visuales del IMS Learning Design, donde se distinguen los referidos componentes, serían categorizados como cuatro tipos de elementos, dentro de la dinámica de un diagrama de flujos.



acciones y aprendizaje, de modo que pueda ser transferido entre dispositivos a partir de redes, facilita a su vez la comprensión de los componentes y las mecánicas que conforman un escenario donde se llevan a cabo una serie de proyectos, con interacciones entre usuarios, la implantación de objetos que van a ser utilizados en el contexto de desarrollo de las acciones, las particularidades de los usuarios y de los roles implicados (como docentes, investigadores, facilitadores, etc.) o la naturaleza del propio escenario, que como viene siendo explicado, puede ser de carácter físico, virtual, o mixto.

### 5.6.2. Componentes del IMS LD

Para comprender la serie de componentes y la estructura jerárquica a través de la cual se organiza el conjunto de procesos y acciones<sup>14</sup> que se pretenden desarrollar o esquematizar a partir de la observación participante, han sido llevadas a cabo diferentes iniciativas para la estandarización de los procesos y objetos de aprendizaje. La tabla que se refleja a continuación ha sido desarrollada por el proyecto Reusable eLearning Object Authoring and Delivering (RELOAD). Esta tabla sintetiza la jerarquía a través de la cual se ordenan los componentes que conforman los escenarios de aprendizaje.

Tabla 2. Listado de componentes que conforman la especificación del IMS LD, que utiliza la metáfora del teatro para el diseño de escenarios educativos.

Elementos que componen el IMS Learning Design, con una descripción específica de la naturaleza y características de cada uno de ellos. La tabla ha sido adaptada en función a la naturaleza de los proyectos que son analizados en el presente trabajo de investigación. Adaptación a partir del modelo desarrollado por Reusable eLearning Object Authoring and Delivery, recuperado en 2014-11-09 de <http://www.reload.ac.uk/l设计.html>

<b>Learning Design / Diseño de Aprendizaje</b>	Se configura como el continente básico de los elementos que conforman el contexto global, lo que correspondería a la <i>obra de teatro</i> .
<b>Título</b>	El título que lleva el proyecto
<b>Objetivos</b>	Los objetivos que se pretenden alcanzar con la implantación del proyecto.
<b>Requisitos previos</b>	Si existe algún tipo de dependencia o requisito que sea fundamental a la hora de estructurar el proyecto.
<b>Componentes</b>	Aquellos elementos que pueden ser reutilizados, o no, en el diseño de un escenario o transferidos a otro. Los componentes constituyen uno de los elementos

<sup>14</sup> Teniendo como línea de convergencia, a su vez, la forma en que son estructurados los lenguajes de programación, pudiéndose observar una serie de analogías.

	fundamentales que definen la naturaleza de la transferencia de unos escenarios a otros.
<b>Roles</b>	El conjunto de roles definidos durante el proceso.
<b>Estudiante</b>	—
<b>Staff (Empleado)</b>	Define los roles implicados en el proceso de aprendizaje o en el desarrollo de proyectos. Se constituye de todas aquellas personas que prestan algún tipo de asistencia (de tipo logístico, o interactuando con el estudiante) a lo largo del proceso
<b>Actividades</b>	Se constituye como el continente de las propias actividades. Las actividades pueden, a su vez, contener objetivos, prerequisites, y metadatos. Normalmente, es preciso acompañarla de una descripción que ayude a comprender los fundamentos de la propia actividad. En el caso de que la actividad se desarrolle offline, no es preciso incorporar contenido adicional. Por otra parte, si la actividad se desarrolla en un entorno virtual online, es común hacer referencia a los entornos que van a ser utilizados.
<b>Actividad de Aprendizaje / Actividad de Proyecto</b>	
<b>Referencia al Entorno</b>	La forma en que se abordan las aproximaciones al entorno de la actividad.
<b>Descripción de Actividades</b>	Descripción, de manera narrativa, de tal actividad.
<b>Actividades de Apoyo</b>	Son las actividades complementarias que ayudan al funcionamiento de la línea principal del proyecto.
<b>Referencia al Entorno</b>	El entorno en el que se desarrolla la actividad concreta.
<b>Descripción de Actividades</b>	En este apartado, se realiza una descripción narrativa de las actividades. Es habitual separarlas las mismas de los recursos dentro del entorno. De este modo, el sistema que define el tiempo de ejecución puede realizar un tratamiento diferente de una o de otra.
<b>Estructura de Actividades</b>	Conjunto de actividades, donde son incorporados, además, los atributos de las mismas. Dentro de este contexto, no se realiza una descripción de los diferentes



	usuarios realizando diferentes actividades. Ello tiene que ser especificado en un nivel jerárquico superior.
<b>Referencia del Entorno</b>	Referencia al entorno para la actividad o el proyecto en el que se está llevando a cabo
<b>Entornos</b>	Es descrito como el continente de los entornos, que contiene los objetos de aprendizaje y los servicios que son usados en la actividad o el proyecto que se llevan a cabo.
<b>Entorno</b>	Continente de un entorno específico, sea de carácter físico, mixto, o virtual. El entorno es descrito como el conjunto de recursos o servicios que son precisos para el desarrollo de una actividad o proyecto.
<b>Título</b>	Título resumido del entorno
<b>Objetos de Aprendizaje / Objetos para el desarrollo de proyecto</b>	Los objetos que van a ser utilizados específicamente en el entorno al que se hace referencia.
<b>Servicios</b>	Los servicios que presisan ser utilizados en el entorno específico.
<b>Referencia al Entorno</b>	Referencia a un entorno diferente, en el contexto de empaquetamiento
<b>Metadatos</b>	Los metadatos que hacen referencia al entorno concreto
<b>Método</b>	El elemento fundamental que engloba los actos y las partes específicas del rol.
<b>Acción (Play)</b>	Habitualmente se desarrolla uno solo al mismo tiempo, siendo, a su vez, también posible que se desarrollen varios en una misma secuencia.
<b>Acto</b>	Los actos se desarrollan a lo largo de una secuencia siendo las transiciones entre los mismos puntos de sincronización para los roles específicos que conforman el proyecto.
<b>Partes del Rol</b>	Se desarrollan en paralelo, de forma que los diferentes roles realizan acciones heterogéneas al mismo tiempo. La descripción más común en el IMS Learning Design ha sido de estudiantes y profesores, pero en realidad puede adquirir un grado mayor de complejidad, debido a que, además, art de los procesos descritos en el presente trabajo no se conforman como procesos de carácter educativo propiamente dichos.

<b>Referencia al Rol</b>	Referencia al rol específico para este apartado
<b>Referencia a las Actividades</b>	Referencia a la estructura de actividades para este apartado.
<b>Metadatos</b>	Metadatos descriptivos para la serie de actividades concretas propuestas en este proyecto.



## 5.7. Modelo de Aceptación de la Tecnología

El modelo de aceptación de la tecnología (*technology acceptance model* o TAM) se configura como uno de los modelos de investigación, para los estudios de los sistemas y tecnologías de información, con un mayor grado de influencia. Se encuadra dentro del contexto de las teorías de sistemas de información. El modelo fue introducido por Davis en 1986 (en Davis, 1989, en Chang y Liu, 2013). Los dos factores fundamentales que lo conforman son, por una parte, la percepción de utilidad (*perceived usefulness* o PU) y, por otra, la percepción de facilidad de uso (*perceived ease-of-use* o PEOU), siendo incorporada posteriormente la norma subjetiva, dando lugar a lo que se denomina TAM 2, que viene a ser una revisión del primer modelo planteado. Las cuestiones principales a las que pretende atender el TAM son, fundamentalmente, *cómo* y *por qué* los usuarios adoptan o incorporan algún tipo de innovación tecnológica determinada, y en qué medida se puede predecir el comportamiento del individuo en torno a una innovación determinada, principalmente desde el punto de vista de las tecnologías de la información y la comunicación.

El propósito de la aproximación a los fundamentos del TAM, y otras teorías que encuentran puntos de convergencia con esta, es la predicción de modos de utilización de sistemas tecnológicos o innovaciones específicos, así como la explicación de los factores que ejercen una influencia o determinan el uso de un dispositivo o una tecnología determinados.

Las primeras aproximaciones en relación al modelo de aceptación de la tecnología (Davis, 1989) ponían el énfasis en la carencia de escalas de validación, planteando la necesidad de abordar una serie de modelos predictivos de carácter convergente que pudieran explicar determinados factores relativos a la adopción de una serie de tecnologías por parte de un perfil de usuario, ya desde los años 70, cuando se plantean las teorías del comportamiento, y en los 80, cuando se desarrollan las primeras aproximaciones al TAM, o en los 90, cuando se amplían los aspectos sociológicos al contexto tecnológico, permitiendo perfilar teorías como la teoría social cognitiva.

El modelo de aceptación de la tecnología se apoya en tres pilares fundamentales, que se encuentran a su vez en un proceso de influencia recíproca. Estos pilares se estructuran en las reacciones individuales, las intenciones de uso, y el uso actual propiamente dicho, tal como se describe en la figura a continuación.

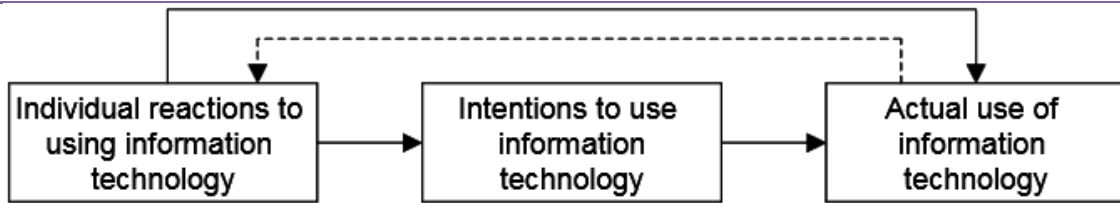


Figura 8. Esquematzación simplificada que representa los conceptos que sustentan el modelo de aceptación de la tecnología (Venkatesh et al., 2003).

La importancia de las interacciones del usuario con el entorno o la tecnología, se plantea como un factor relevante que permite profundizar en la comprensión de la naturaleza del propio continuo de la virtualidad, de manera que se puedan abordar estrategias que ayuden a comprender la naturaleza de la inmersión y la interacción, desde aproximaciones ergo-cognitivas, por una parte, y de las limitaciones tecnológicas propiamente dichas, por otra. Los contextos que abarcan el estudio predictivo de la tecnología, las innovaciones, y las aplicaciones de carácter emergente, encuentran un marco de convergencia en los aspectos creativos o el ámbito de la educación se configuran como fenómenos que ejercen un elevado grado de influencia en cómo va a producirse un proceso de evolución de la tecnología, a partir de los propios dispositivos, las limitaciones y proyecciones del hardware y el software, o aquello que los usuarios esperan a corto, medio, y largo plazo, de una innovación concreta.

Dentro de los marcos relativos a la educación, por una parte, y la investigación, por otra, el modelo de aceptación de tecnología, abordado desde las dos dimensiones fundamentales (PU y PEOU), viene configurándose como un aspecto fundamental inherente al contexto educativo, pudiéndose observar estudios que miden, a partir del modelo, el comportamiento y la actitud ante una innovación de los agentes que conforman el marco educativo, fundamentalmente estudiantes, docentes e investigadores, entre otros, planteando el contexto educativo como un marco de convergencia para la innovación y la aplicación de modelos basados en la implementación de tecnologías emergentes (Edmunds et al., 2012).

La cada vez más rápida transformación del marco tecnológico permite, a su vez, una aproximación a las generaciones emergente de tecnologías y sistemas de información (IS), permitiéndose observar estudios que reflexionan en torno a la incorporación de sistemas de información dinámicos y que permitan un grado más elevado de optimización (Hong et al., 2011). Las investigaciones en torno a sistemas de información dinámicos viene poniendo el foco, fundamentalmente, en la perspectiva de los desarrolladores y diseñadores (op. cit.), incidiendo en la necesidad de profundizar en las respuestas del usuario, que puede ser observado desde la perspectiva de un estudiante, un investigador, o un prosumidor, por citar solamente algunos ejemplos. De este modo, son observados rasgos influyentes en la actitud del estudiante con respecto

al uso de la tecnología, como el confort, la motivación, o el contexto socio-cultural del que forma parte.

La convergencia del modelo de aceptación de la tecnología con el conjunto de teorías, que de manera transversal, realizan una aproximación al estudio del comportamiento y la relación de los usuarios con los dispositivos tecnológicos, las innovaciones, o los entornos pertenecientes a diferentes rangos dentro del continuo de la virtualidad, plantea un escenario en el cual una parte significativa de la literatura científica aborda la problemática desde diferentes enfoques para plantear una perspectiva unificada, partir de dicha convergencia (Venkatesh et al., 2003).

La puesta en común de los modelos de aceptación de la tecnología con otras aproximaciones que explicarían las interacciones del individuo con el entorno, el comportamiento, y la actitud hacia la tecnología, aborda teorías que abarcan los rasgos comportamentales, las estructuras de la información, y los sistemas dinámicos. A continuación, se muestra, de modo esquemático y estructurado, las teorías que facilitan la comprensión del usuario con las innovaciones tecnológicas, desde los enfoques referidos, haciendo referencia, a su vez, a la percepción de control o las teorías predictivas del comportamiento, profundizando en las tentativas de aproximación a una teoría unificada que abarque los modelos ilustrados.

Tabla 3. Modelos y teorías de aceptación individual, relativas a usos, interacciones, y comportamientos. Tabla estructurada a partir de la convergencia elaborada por Venkatesh et al. (2003).

<b>Teoría de la Acción Razonada (TRA)</b>	Teoría usada para describir un amplio rango de factores del comportamiento humano. Es aplicada por Davis (1989) a los modelos de aceptación de la tecnología desde el punto de vista del individuo.
<b>Modelo de Aceptación de la Tecnología (TAM)</b>	Relacionada con los contextos de las estructuras de la información, el diseño de la teoría parte de la intención de realizar predicciones de tecnologías de la información en los ámbitos de investigación y corporativo. Excluye el constructo relativo a la actitud que forma parte de la TRA. La segunda revisión del TAM, el TAM2, incorpora, además, el factor de la <i>norma subjetiva</i> , que no se encuentra en el diseño original del TAM.
<b>Modelo Motivacional (MM)</b>	Aborda, desde la perspectiva de la psicología, los aspectos relativos a la

	<p>motivación, para aportar información en torno a factores que influyen en el comportamiento.</p>
<p><b>Teoría del Comportamiento Planificado (TPB)</b></p>	<p>En esta teoría, el control percibido de los rasgos comportamentales se aborda a partir de los factores relativos a la intención y el comportamiento. Ajzen (1991, en Venkatesh et al., 2003) realiza una revisión de una serie de estudios que incorporan el uso de esta teoría para realizar predicciones del comportamiento en una amplia variedad de factores, siendo aplicado, a su vez, para abordar la comprensión de uso y la aceptación (desde la perspectiva individual) de un rango considerable de modelos de dispositivos tecnológicos y software.</p> <p>A partir de esta teoría, es elaborado un modelo sucesivo, denominado Teoría Descompuesta del Comportamiento Planificado (DTBP), que descompone la TBP en tres rangos, incorporando el factor de la norma subjetiva, tal como se ilustra en la tabla subsiguiente, en el apartado que describe los factores del TBP/DTBP.</p>
<p><b>Modelo Combinado de TAM y TBP (C-TAM-TBP)</b></p>	<p>Modelo híbrido, resultante de la convergencia entre TAM y TBP, descrito por Taylor y Todd (1995a, en Venkatesh et al., 2003).</p>
<p><b>Modelo de Uso de PC</b></p>	<p>Sus orígenes se remontan a las teorías del comportamiento postuladas en los años 70 (Triandis, 1977, en Venkatesh et al., 2003, p. 430), que posteriormente fueron adaptadas, a principios de los años 90, para realizar predicciones en torno al comportamiento de los individuos en torno al uso de PCs. Con la diversificación tecnológica, en las dos primeras décadas del XXI, el modelo ha sido readaptado para evaluar los comportamientos en un rango elevado de dispositivos tecnológicos.</p>
<p><b>Teoría de la Difusión de Innovaciones (IDT)</b></p>	<p>Esta teoría viene siendo utilizada desde los años 60 del siglo XX para evaluar un rango de innovaciones tecnológicas y metodológicas de gran amplitud. Los</p>

**Teoría Social Cognitiva (SCT)**

fundamentos de esta teoría parten de las ciencias sociales, y aglutina una serie de constructos comunes.

Se configura como una de las teorías, entre aquellas que se encuentran en relación con los aspectos referentes al comportamiento humano, con un rango más elevado de uso. Esta teoría ha sido extendida, en los años 90, al contexto de uso de computadoras y ordenadores personales (Compeu y Higgins, 1995b, en Venkatesh et al. 2003, p. 432), y posteriormente, al contexto general de las tecnologías de la información y la comunicación.

Esta aproximación hacia una teoría unificada también es planteada por Venkatesh et al. (2003). Para ilustrar las características particulares de cada aproximación teórica es fundamental señalar una serie de factores que componen el conjunto de las teorías propuestas, y que se constituyen como los rasgos que definen la naturaleza de estudio de tales teorías. Los factores que constituyen las teorías, si bien son diferentes dependiendo de qué teoría sea abordada, la perspectiva de una visión del conjunto de las teorías facilita la comprensión de los factores que son evaluados en cada una de ellas, y que ha permitido a su vez una evolución de las propias teorías desde los años 60 del siglo XX, cuando fueron planteadas las primeras aproximaciones. Así, y en el caso del TAM, la incorporación del factor de la norma subjetiva, ya utilizada en el modelo de TRA, ha permitido una serie de revisiones del modelo, dando lugar al TAM 2. Los factores que conforman cada una de las teorías son descritos y estructurados en la tabla que figura a continuación:



Tabla 4. Variables dependientes en el contexto de la aproximación de convergencia de modelos planteada por Venkatesh et al. (2003). Dentro de esta convergencia se encuentra el modelo de aceptación de la tecnología, con las variables relativas a la percepción de utilidad y la percepción de facilidad de uso. Incluye el factor de la norma subjetiva, que consiste en la percepción subjetiva sobre el grado de presión social existente en el contexto, para llevar a cabo una acción.

<b>TRA</b>	Actitud hacia el uso de tecnología Norma subjetiva
<b>TAM/ TAM2</b>	Percepción de utilidad Percepción de facilidad de uso Norma subjetiva
<b>MM</b>	Motivación extrínseca Motivación intrínseca
<b>TBP DTBP</b>	Actitud hacia el uso de la tecnología Norma subjetiva Control del comportamiento percibido
<b>C-TAM-TPB</b>	Percepción de utilidad Actitud hacia el uso de la tecnología Norma subjetiva Control del comportamiento subjetivo
<b>MPCU</b>	Competencia en el trabajo Complejidad (invertida) Consecuencias a largo plazo Impresión hacia el uso Factores sociales Facilitación de condiciones
<b>IDT</b>	Ventaja relativa Facilidad de uso Demostrabilidad de resultados <i>Experimentabilidad</i> <sup>15</sup> Visibilidad Imagen Grado de voluntariedad
<b>SCT</b>	Resultados esperados Auto-eficacia Grado de afectación Grado de ansiedad

<sup>15</sup> Adaptación del término anglosajón *trialability*, usada por los autores en la definición de los modelos de aceptación de la tecnología.

Tal como se viene observando, algunos de los factores presentados forman parte de más de una teoría. Este es el caso de la norma subjetiva, que ha sido incorporado a posteriori en el modelo de aceptación de la tecnología. Los factores se relacionan fundamentalmente con el contexto social, el comportamiento, la motivación y la actitud, incorporando de este modo una fuerte componente psicosocial.

Profundizando en esta tentativa de unificación de teorías, por su parte Lee, Hsieh y Hsu (2011) incorporan la teoría de la difusión de innovaciones (IDT, reflejada en los cuadros anteriores) en combinación con el TAM, para proponer extensiones en tal modelo, las cuales permitan continuar en el estudio de los sistemas que incorporan algún grado de tecnología o virtualidad. La convergencia entre estas dos teorías (TAM e IDT) tiene en cuenta factores como la compatibilidad, el grado potencial de experimentación que ofrece la tecnología (trialability), la complejidad o los principios de la ventaja comparativa, que influyen, a su vez, en aspectos y factores más globales del TAM, como la propia percepción de facilidad de uso.

Parte de la literatura científica que aborda los aspectos relativos al continuo de la virtualidad, en concreto con el uso y aceptación de dispositivos o aplicaciones, que posibilitan sumergirse en un entorno de realidad virtual, o interactuar con elementos intercalados en contextos de realidad aumentada, incorpora alguna variante del modelo de aceptación de la tecnología como parte de la metodología de estudio de innovaciones. Chang y Liu (2013) utilizan el TAM como parte de las técnicas de evaluación del uso de aplicaciones de realidad aumentada para el estudio del patrimonio cultural, histórico y artístico, incidiendo en la necesidad de plantear las propias tecnologías de realidad aumentada para profundizar en líneas de investigación que reflexionen en torno al potencial de las tecnologías digitales para diversificar las perspectivas y las interacciones del usuario con la cultura y el patrimonio.

Otros estudios (Lee y Chang, 2012) ponen el énfasis en el uso de TAM extendido o TAM 2 como marco conceptual a la hora de medir respuestas de usuarios/prosumidores en el ámbito de desarrollo de productos fundamentados en nuevas tendencias como la personalización masiva<sup>16</sup>. Esta personalización masiva ha sido impulsada por la incorporación de los espacios virtuales, y más concretamente internet, dentro de las dinámicas de comunicación y redistribución de recursos, por lo que el enfoque, a partir

---

<sup>16</sup> La personalización masiva permite, gracias a la diversificación de los medios tecnológicos, de comunicación y de distribución, suministrar productos personalizados a un público heterogéneo, a la vez que posibilita incorporar el factor experiencia (en el sentido de vivencia con valores afectivos) al desarrollo y creación de tales productos. Ello encuentra una relación directa con las largas colas o longtails. Por otra parte, a lo largo del presente trabajo de investigación, se describen experiencias circunscritas dentro de alguno de los rangos del continuo de la virtualidad, que persiguen el incremento del factor experiencial a partir de la inmersión (como es el caso de la realidad virtual) o la interacción con el entorno a partir de la realidad aumentada.

del TAM y su versión revisada, profundizan en las aproximaciones al conocimiento de las respuestas de los usuarios.

A partir de revisiones de la literatura, otros autores argumentan, desde una perspectiva crítica, que el TAM y el TAM 2 son utilizados para medir la intención de uso, desde el punto de vista comportamental, más que el uso propiamente dicho (Turner et al., 2010). Esta perspectiva crítica pone el foco la capacidad que tiene el TAM (incluyendo en este caso el TAM 2) de elaborar modelos predictivos en torno a la utilización e interacción, por parte del usuario, de dispositivos tecnológicos emergentes, software o mismamente entornos inmersivos o interactivos. Tal perspectiva crítica profundiza en la idea de que los factores relativos al PU y PEOU carecen de relación directa con el factor de uso propiamente dicho, de modo que la aplicación de los modelos de aceptación de la tecnología precisa de un elevado grado de cautela, en relación al contexto en el que es aplicado. Esta perspectiva subraya el carácter subjetivo, relativo a la percepción del usuario con respecto a una tecnología o un entorno virtual, que no obstante incorpora información relevante al estudio de las interacciones con las tecnologías de la información y la comunicación, así como de los dispositivos.

A la hora de incorporar factores que permitan realizar predicciones del comportamiento desde perspectivas subjetivas o que incorporan una componente basada en la experiencia individual, estudios recientes (Sánchez-Franco, 2010) plantean ampliar el foco a partir del cual son abordadas la investigaciones relativas al uso de sistemas de información y entornos correspondientes a algún rango del continuo de la virtualidad. Tal es el caso de la *calidad afectiva percibida*, que es planteada en tal estudio como un factor relevante y una dimensión fundamental a la hora de comprender los fenómenos extrínsecos e intrínsecos que ejercen algún tipo de influencia en el modo en que se producen las interacciones con los sistemas y tecnologías de la información, y con los entornos de realidad virtual, aumentada, o mixta. La literatura científica que afronta tal temática remarca la influencia en los efectos relativos a la interacción dentro del modelo. Sánchez-Franco (2010) propone de este modo incorporar modelos de ecuación estructural para evaluar las relaciones entre constructos que ponen el énfasis en la capacidad predictiva de uso de las tecnologías y los sistemas de información, y donde es viable incorporar, a su vez, los diversos rangos de que se compone el continuo de la virtualidad, para abordar modelos predictivos para el uso y la interacción con los espacios virtuales. El trabajo de investigación de Sánchez-Franco evalúa también los aspectos relativos a la motivación, dentro del contexto específico de interacción, a través de agentes como el diseño, durante el proceso de aprendizaje en entornos electrónicos, de carácter virtual o mixto.

La mejora de la comprensión de los procesos de aprendizaje de sistemas viene desde los primeros trabajos que plantearon la necesidad de identificar los factores que conforman los fenómenos predictivos en torno al uso de un sistema (incluyendo en el contexto de la presente investigación, los entornos que conforman, en algún grado, el

continuo de la virtualidad). Estas aproximaciones de identificación y reconocimiento de los factores, que ya han sido descritos, lleva teniendo lugar desde los primeros años 70. Desde entonces, los estudios que abordan la predicción de uso de sistemas de información han tenido diferentes rangos de intervención, partiendo de la necesidad temprana de evaluar los modos de integrar los sistemas de información en diferentes ámbitos y contextos, como el corporativo, la investigación, o la educación. Desde la perspectiva que presenta la convergencia entre las teorías del TRA y el TAM, un punto en común que presentan es la intervención indirecta de las variables externas, ejerciendo una influencia en la actitud hacia el uso o en la norma subjetiva (Legris et al., 2003). Los factores relativos a la actitud hacia el uso, por una parte, y la intención comportamental hacia tal uso, por otra, y dentro del estudio referido, se conforman también, a su vez, como elementos que comparten ambas teorías, de ahí la viabilidad de realizar una aproximación comparativa, y plantear un fenómeno de convergencia entre ambas.

Legris et al. (2003, p. 196) en su análisis de revisión de la literatura referente al TAM, identifican un número relevante de variables externas al uso. Entre estas se encuentran, entre otras: “la implicación situacional e intrínseca, la utilización previa del sistema, el argumento de cambio, el apoyo de medios computacionales externos e internos, las brechas de implementación, la funcionalidad y experiencia de la herramienta y el sistema, la experiencia directa del usuario, la calidad de la producción del dispositivo o el sistema, o la compatibilidad y visibilidad”, entre otras muchas variables relevantes para considerar la influencia en el estudio del TAM.

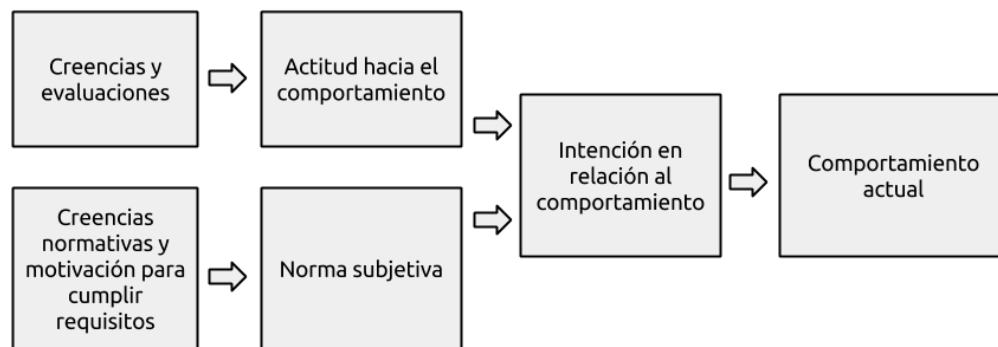


Figura 9. Estructura de la teoría de la acción razonada (TRA), que muestra los dos factores, la *actitud*, y la *norma subjetiva*, como fenómenos que convergen en lo que se denomina intención comportamental, derivando finalmente en los componentes asociados a la propia práctica.

Esquema adaptado a partir de Legris et al. (2003, p. 192).

Las cuestiones propuestas en el presente documento, aplicadas para abordar la cuestión de uso de tecnologías y entornos dentro del continuo de la virtualidad, parten a su vez, de la revisión de la literatura planteada por los autores mencionados en el presente apartado, en el que se realiza una trayectoria por las teorías de predicción del uso potencial de tecnologías y sistemas, entre las que se encuentra la TAM y la TAM 2, y al mismo tiempo, vez esbozando elementos propios de teorías transversales, como la TRA. Las cuestiones planteadas en el cuestionario realizado a la muestra se apoyan en los dos componentes fundamentales relativos al TAM: la percepción de utilidad (PU) y la percepción de facilidad de uso (PEOU), aunque a su vez se incorporan elementos propios de la norma subjetiva. El rango de preguntas, no obstante, se centra en los dos factores citados, ya que una incorporación excesiva de planteamientos puede dificultar el proceso de colaboración por parte de los participantes en la muestra, debido a que la extensión del formulario puede exceder la capacidad de tiempo disponible de los participantes para complementarlo, lo que podría ser un factor que ejerciera una influencia de carácter negativo, a la hora de obtener datos para el presente estudio.

Las preguntas formuladas a la muestra participante, en el caso de la presente investigación, son evaluadas en escala de Likert de 1 a 5, siendo el 1 equivalente a *Nada de Acuerdo*, y el 5, por su parte, a *Completamente de Acuerdo*. Los planteamientos que se relacionan específicamente con el TAM y el TAM 2 (incorporando la norma subjetiva), son incorporados a los cuestionarios empleados en el presente trabajo de investigación, combinados con preguntas de carácter abierto (que no presentan relación directa con el TAM o la TRA) o con preguntas relacionadas

con el uso, por ejemplo, de técnicas de creatividad, que tampoco presentan relación directa con los modelos predictivos de tecnología esquematizados en las tablas que se muestran en el presente apartado. Las preguntas que muestran una relación directa con el TAM se muestran, a modo de ejemplo a continuación:

- *El uso e interacción con las tecnologías de las que dispongo en el Lab/Medialab/Universidad contribuyen a desarrollar ideas creativas*
- *Pienso que la tecnología actual me permitiría llevar a cabo cualquier idea que tuviera siempre que aprendiera la técnica*
- *La interacción con entornos virtuales 3D me ayuda a desarrollar ideas*
- *La interacción con juegos interactivos me ayuda a desarrollar ideas*
- *Considero que la Realidad Aumentada (AR) puede ayudar a mejorar mi rendimiento en mis actividades en el Lab/Medialab/Universidad.*
- *Cuando he utilizado tecnologías de realidad aumentada, me he familiarizado fácilmente con las herramientas*

Un ejemplo relevante ilustra la diferencia, en este caso concreto, entre los factores de la percepción de utilidad (PU) y la percepción de facilidad de uso (PEOU). Tomando el ejemplo de la realidad aumentada, y los dos últimos planteamientos presentados en el esquema presentado en el párrafo anterior, se puede observar que el razonamiento que atiende a la percepción de utilidad dentro del TAM y el TAM 2 corresponde al planteamiento *considero que la Realidad Aumentada (AR) puede ayudar a mejorar mi rendimiento en mis actividades*. Mientras tanto, la percepción de facilidad de uso (PEOU) se ilustra mediante una cuestión relacionada con la capacidad de adoptar un sistema determinado, incorporar una metodología a los procedimientos relacionados con el desarrollo de proyectos, o trabajar de modo intuitivo con una innovación determinada (en este caso, la realidad aumentada): *cundo he utilizado tecnologías de realidad aumentada, me he familiarizado fácilmente con las herramientas*.

Estas dos cuestiones planteadas en el párrafo anterior son, no obstante, ejemplos ilustrativos del uso genérico del TAM y el TAM 2 para abordar la incorporación de fenómenos englobados dentro del continuo de la virtualidad, tales como la realidad virtual, la realidad aumentada, o los videojuegos. A este respecto el grado de capacitación para incorporar estas tecnologías en el contexto de desarrollo de proyectos que se llevan a cabo precisan justamente elaborar una serie de normas que den lugar a la profundización al respecto de tales tecnologías. Así, en los anexos del presente trabajo de investigación (en la sección de cuestionarios) se pueden encontrar, de manera extendida, el conjunto preguntas planteadas en el formulario, incluyendo aquellas relativas al TAM, el TAM 2 (si bien no son especificadas como tales), y por tanto a la percepción de utilidad, a la percepción de facilidad de uso, y la norma subjetiva.

De este modo, parte de las variables que son usadas en el contexto de la presente investigación, ilustradas en el presente apartado, constituyen un punto de vista fundamental para realizar una tentativa aproximativa a la comprensión de cómo los sistemas de información, tecnologías y entornos asociados al continuo de la virtualidad, ejercen un rol fundamental en el desarrollo de procesos basados en aspectos constructivistas, en el fomento de proyectos con una fuerte componente creativa, o en la convergencia entre disciplinas, dando lugar de este modo lugar a un contexto que aborda fenómenos emergentes, tales como las comunidades reflexivas y el componente interdisciplinar que presenta un marco de estudio que incorpora líneas de investigación con una fuerte componente innovadora.

## 5.7. Design-Based Research (DBR) e Investigación en Acción. Incorporación de Datos a partir de la Observación Participante





### 5.7.1. Introducción

Dentro de los aspectos transversales llevados a cabo en el presente trabajo de investigación, la realización de estudios sobre el terreno, a modo participativo, conforma uno de los pilares de triangulación metodológica que se lleva a cabo en el presente trabajo de investigación. La triangulación metodológica, propia de un marco de estudio combinado entre la obtención de datos cuantitativa y la cualitativa, permite de este modo incorporar métodos de estudio complementarios a través del desarrollo de intervenciones en entornos específicos, donde se llevan a cabo los procesos que contienen una componente creativa relevante.

La combinación del uso de técnicas cuantitativas y cualitativas referida permite obtener una perspectiva de carácter más global en referencia a los resultados del estudio, incorporando de este modo una visión más amplia del objeto de estudio. Es por ello que el presente marco de estudio es complementado con metodologías de investigación basadas en el diseño de estrategias de intervención, tales como el design-based research o DBR (Anderson y Shattuck, 2012). Ello es complementado con aspectos de las técnicas de investigación metodológica en comunicación social, que incorpora, de manera habitual, técnicas cuantitativas de análisis y tratamiento de la información obtenida en procesos de análisis fundamentados en fenómenos tales como la observación participante. De este modo son abordadas también, de forma transversal al DBR (de modo que este es complementado con tales perspectivas), los procesos de investigación metodológicas que parten de los principios de la comunicación social (Gaitán Mora y Piñuel Raigada, 1998), o las técnicas basadas en la *investigación aplicada a la evaluación y diagnóstico de la realidad educativa* (Martínez González, 2007), que comprende a su vez los procesos circulares de investigación en acción (Pérez Serrano, 1990, en Martínez González, 2007).

### 5.7.2. Desing-based research (DBR): Marco de observación e intervención

El design-based research o DBR se conforma, tal como se viene explicando, como una metodología de investigación que viene siendo usada, de modo generalizado, por investigadores en las áreas de la educación y del aprendizaje. El marco metodológico relacionado con los contextos sociales, de manera global, y con las ciencias de la educación, o la explicación de la naturaleza de las interacciones de los usuarios con los entornos o con una serie de dispositivos específicos, de modo más concreto, constituye per se un marco no exento de un grado elevado de complejidad, dentro del cual pueden ser observadas, a su vez, un número importante de variables que entran en juego.

Otro de los aspectos fundamentales es la necesidad de colaboración entre

investigadores y profesionales de las áreas implicadas, reforzando la idea de la necesidad de incorporar un abordaje interdisciplinar en los procesos de análisis y estudio de los sistemas, los entornos, y las interacciones sociales. De este modo, se realiza una aproximación a planteamientos propuestos por Harrell (2011) en torno a la convergencia de las disciplinas STEAM en los marcos emergentes de investigación, potenciando al mismo tiempo la incorporación de las comunidades reflexivas a los procesos de aprendizaje y estudio de entornos donde se producen interacciones entre individuos, con unas componentes significativas, en lo referente a los aspectos creativos, tecnológicos y fundamentados en los diferentes rangos asociados al continuo de la virtualidad.

Entre los atributos del DBR se destacan los que la describen como una metodología de naturaleza flexible y carácter sistemático, en la cual se aborda la integración de diferentes métodos de investigación y aproximaciones de naturaleza cualitativa y cuantitativa, tendiendo a su vez un puente entre el abismo existente entre la investigación y la práctica en los aspectos sociales, educativos o heurísticos en contextos situados. El investigador participa en esta perspectiva metodológica en la elaboración del carácter de la intervención, de modo que el proceso de investigación deviene una tarea colaborativa entre los investigadores y los profesionales implicados en el área de estudio (Anderson y Shattuck, 2012: 16).

La naturaleza de las intervenciones dentro del marco metodológico del DBR es, no obstante, variada, y puede consistir en un tipo de evaluación concreta dentro de un área curricular específica, la introducción de una serie de modificaciones en los procesos, la intervención mediada por una o varias herramientas tecnológicas (o por una transformación del grado de virtualidad del entorno) o la propuesta de una serie de actividades de carácter heurístico, creativo, educativo, o constructivista

El abordaje de marcos metodológicos como el DBR se encuentra asociado a campos de investigación emergentes como las ciencias de la información, de la comunicación, y la educación. La complejidad del marco de estudio referido requiere, a su vez ser abordado desde diferentes perspectivas, las cuales realicen tentativas de aproximación descriptiva a la naturaleza de los procesos, así como de los aspectos cognitivos o educativos a partir de la elaboración de intervenciones (Barab y Squire, 2004). Bajo esta perspectiva, los aspectos relativos a la cognición no se encuentran focalizados, sino que se manifiestan, más bien, como un proceso distribuido que abarca aspectos como el entorno, las herramientas tecnológicas, los agentes implicados en el mismo proceso (estudiante, investigador, docente, etc.).

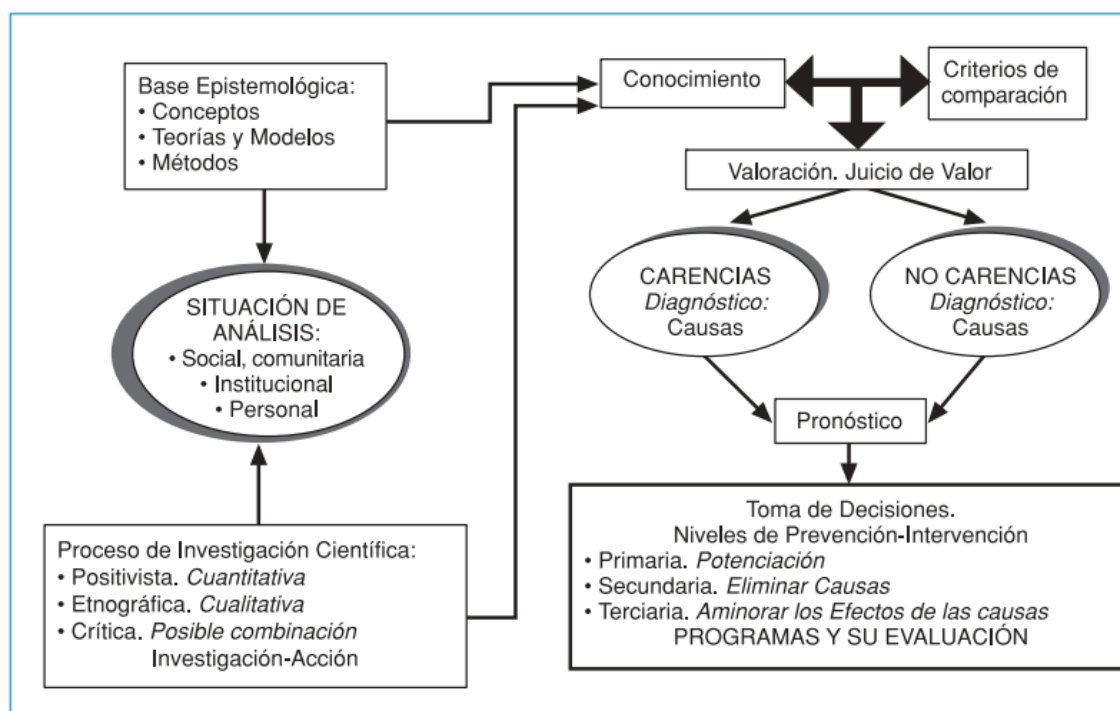


Figura 10. Representación esquemática de los procesos de investigación científica aplicada al diagnóstico y la realidad educativos (Martínez González 2007: 18).

En el cuadro se observa el abordaje entre la base epistemológica, que comprende los conceptos, las teorías, los modelos, y los métodos, y por otra parte, la convergencia con las aproximaciones a los procesos de investigación propuestos en este análisis: el abordaje a una visión positivista (cuantitativa), etnográfica (cualitativa), y crítica, donde entran en juego los parámetros de la investigación-acción que se desarrollan de manera paralela al DBR.

En un contexto de crecimiento exponencial, el contexto convergente de las ciencias del aprendizaje, la comunicación, y la educación, llevan incorporando marcos de estudios emergentes y herramientas innovadoras para el desarrollo de modelos y sistemas, que aporten elementos que favorezcan el proceso evolutivo de las áreas de estudio referidas. De esta manera e aborda el DBR como un conjunto de aproximaciones (y no solamente una aproximación específica) para llevar a cabo una tentativa de producción de nuevas teorías, de procesos basados en la práctica, de dispositivos tecnológico o interacciones con entornos que poseen un diferente grado de virtualidad (Barab y Squire, 2004). Tal como lo explican Cobb et al. (2003, p. 9, en Barab y Squire, 2004, p. 2):

Desde una perspectiva prototípica, los experimentos basados en el diseño (paralelamente al DBR) implican, por una parte, formas particulares de abordaje de las ciencias del aprendizaje desde la perspectiva de la ingeniería, y por otra, las ciencias de la educación como el estudio sistemático de los modelos de aprendizaje analizados, dentro del contexto definido por los medios para

respaldarlos. El contexto que se diseña (bajo esta perspectiva) es potencialmente sujeto de pruebas y revisiones, constituyendo las iteraciones sucesivas en conceptos que juegan un rol similar a las variaciones sistemáticas en los experimentos.

El DBR es incorporado como metodología, a su vez, en estudios que abordan el contexto emergente de las ciencias de la información, la educación y la comunicación, a partir de la incorporación de tecnologías que permiten interactuar con la realidad aumentada o sumergirse en espacios de realidad virtual, en ámbitos donde se llevan a cabo proyectos que tienen una componente creativa relevante, y donde los procesos de creación, aprendizaje e investigación, basados en aproximaciones constructivistas<sup>17</sup> adquieren un papel relevante, reforzando la idea de profundizar en la descripción de la fenomenología de la convergencia de las disciplinas en un marco STEAM.

Una parte relevante de la literatura científica que incorpora esta metodología pone el foco en el potencial narrativo de los medios audiovisuales, de las tecnologías que permiten acceder a entornos virtuales, y de los fenómenos que permiten incorporar entornos basados en experiencias lúdicas e interactivas, tales como videojuegos o serious games interactivos. En este ámbito, Barab et al. (2010) realizan un estudio aproximativo a las experiencias relativas a lo que denominan juego transformacional<sup>18</sup>, donde la incorporación de innovaciones en entornos educativos a través de componentes lúdicos, tecnológicos y de carácter virtual, se conforma como objeto de estudio a través de la metodología (o conjuntos de metodologías) de DBR, reforzando la idea de una metodología basada en la intervención en el entorno y los procesos a través de la incorporación de innovaciones y factores disruptivos. Lo que hacen Barab et al. (2010) es poner el foco en la creación de mundos virtuales con un elevado potencial narrativo, para aplicarlo a los contextos educativos, de manera que el avatar o rol que se adquiere en el entorno virtual específico (a modo de simulación de una serie de acciones o perfiles del mundo físico) involucra de un modo crítico contenido de carácter complejo para producir transformaciones en el propio espacio virtual. Así, a su vez, el contexto lúdico e interactivo implica, en el caso descrito por los autores, la adquisición de un rol (en un espacio virtual o una situación ficcional) que puede ser utilizado para la comprensión de fenómenos de carácter conceptual, con el fin de ejercer una serie de transformaciones en un contexto ficcional, basado a su vez, en la búsqueda a soluciones de problemas (y por tanto en un enfoque heurístico).

---

<sup>17</sup> Este marco incorpora aspectos como el aprendizaje de la programación, la construcción de dispositivos de hardware robóticos, el diseño multimedia, el DIY o el DGBL, por citar sólo algunos exponentes a partir de los cuales se pueden abordar la incorporación de innovaciones en los ámbitos de las ciencias de la comunicación, la información y la educación, a partir de la convergencia de varias aproximaciones metodológicas, entre ella el DBR.

<sup>18</sup> *Transformational play*. Supone la incorporación de cambios y transformaciones a partir de la incorporación de componentes lúdicos, e incluso, mecánicas de juego, en contextos específicos, tales como entornos donde se producen procesos de aprendizaje.

Otros estudios ponen el énfasis en la importancia de realizar una descripción del proceso de diseño para profundizar en la propia naturaleza del DBR. Mingfong et al. (2010) proponen el DBR como un proceso de diálogo que se fundamenta en cuatro componentes de diseño fundamentales: los marcos para el aprendizaje, la *affordance*<sup>19</sup> de las herramientas instruccionales empleadas, la presentación relacionada con el conocimiento del dominio específico, y las limitaciones contextuales, siendo de este modo sustancial, en el ámbito de la investigación (dentro de la aproximación propuesta por los autores), de estructurar tales componentes para fundamentar un marco de aprendizaje.

### 5.7.3. Investigación-acción y procesos circulares

La incorporación de metodologías basadas en el DBR en el contexto de convergencia de la comunicación, la información, la educación, y los procesos de creación en espacios experimentales (laboratorios), requieren también el abordaje de otras metodologías de investigación análogas al DBR, como es el caso de la investigación-acción. Uno de los rasgos característicos de la investigación-acción es la inmersión de los investigadores y los profesionales en los procesos y ámbitos en que se desarrolla la propia acción. Esta metodología sitúa, por lo tanto, al investigador dentro del contexto, haciéndole participar del mismo. Este proceso permite indagar, por tanto, al conjunto de agentes implicados de manera colectiva, de modo que, a través de la intervención de perfiles heterogéneos en un contexto interdisciplinar, se plantee el objetivo de implantar una serie de progresos y optimizaciones en las prácticas que se dan en contextos educativos o en los laboratorios. Tal proceso de indagación, basado en una metodología de investigación-acción, se ocupa de la parte relativa a la adquisición de conocimientos y competencias, por una parte, y por otra, de los factores sociales que forman parte del contexto social, educativo o comunicativo analizado, en el cual se producen procesos de interacción, incorporando a su vez acciones que comprenden una componente creativa relevante, y mediado por el uso de tecnologías digitales que se posibilitan la integración de los entornos aumentados, mixtos y virtuales, en los procesos. Este ámbito de investigación se enmarca, por lo tanto, dentro de la investigación participativa, siendo el principal objeto de estudio de la investigación-acción la práctica educativa. A este respecto, el enfoque a partir de la investigación-acción (en convergencia con el DBR) proyecta el planteamiento de teorías implícitas de cómo es interpretada la realidad cotidiana por los agentes implicados, llevando a cabo un proceso de análisis y control de los procesos que tienen lugar en el contexto de tales prácticas.

En lo referente a los procesos planteados dentro del contexto de investigación-acción, Martínez González (2007), propone, a partir de referencias anteriores (Pérez Serrano, G., 1990, en Martínez-González, 2007, p. 35) una perspectiva de esta aproximación

---

<sup>19</sup> La *affordance* es la capacidad que tiene un objeto, un entorno, de que un usuario realice una acción determinada.

metodológica que constituye en sí misma un proceso circular e interactivo, en la cual los agentes implicados reflexionan acerca de los procedimientos para llevar a cabo una serie de planificaciones, acciones y observaciones que dan lugar a una visión retrospectiva de los procesos, con el fin de plantear avances y mejoras en los mismos. Convergen así, a su vez, los planteamientos propios de las líneas empirista-positivista, por una parte, que tiene un carácter cuantitativo, y de la línea etnográfica, por otra, la cual detenta, a su vez, un carácter fundamentalmente cualitativo. Este carácter empírico-positivista de la investigación en acción la dota de una aproximación interpretativa del escenario estudiado, incorporando a su vez una serie de trabajos sobre el terreno, que dan lugar a la observación de los fenómenos en tiempo real, de modo que los agentes implicados (docentes, técnicos, investigadores, asistentes) puedan realizar una serie de intervenciones que conforman el propio proceso de investigación.

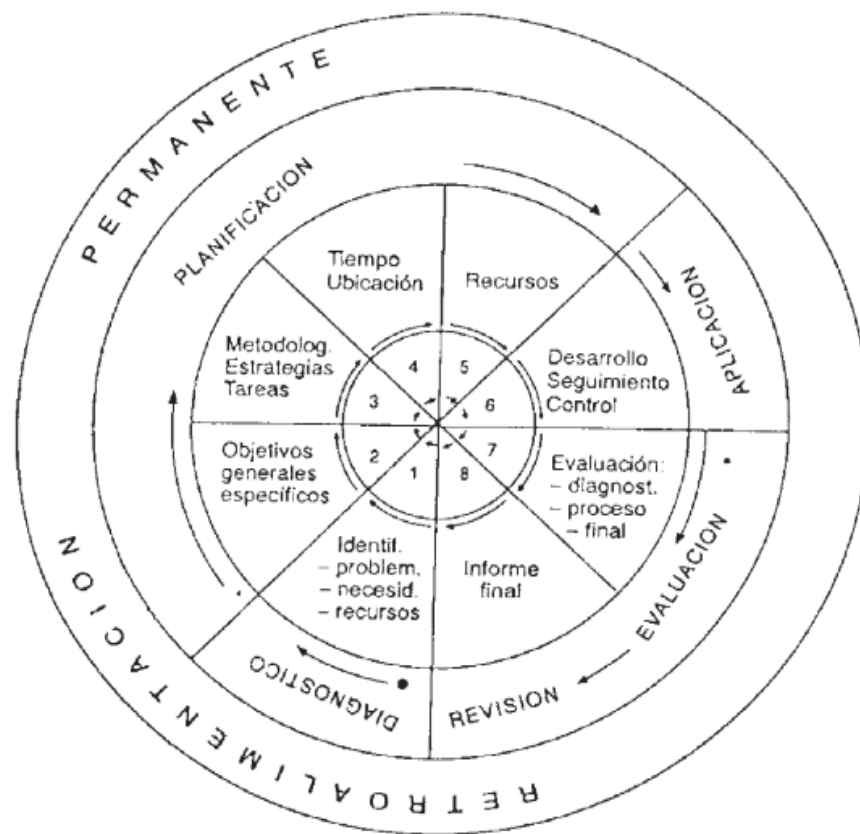


Figura 11. Gráfico representando los procesos circulares de la investigación-acción (Pérez Serrano, G., 1990, en Martínez-González, 2007, p. 35).

## 5.8. La Taxonomía de Bloom para la elaboración de objetivos

La taxonomía de Bloom tiene su origen en una reunión de carácter informal ocurrida al finalizar la convención de la *American Psychological Association (APA)* en el año 1948, donde los investigadores implicados debatían sobre la necesidad de incorporar un marco teórico a los procesos de investigación que se estaban llevando a cabo en las áreas de la ciencias sociales, educativas y cognitivas, entre otras. De esta manera surge un marco que permite estructurar la comunicación en los procesos de adquisición de competencias y conocimiento, y que se fundamenta en la estructuración en seis dimensiones o ejes, que a su vez conforman diferentes etapas: el *conocimiento*, la *comprensión*, la *aplicación*, el *análisis*, la *síntesis* y la *evaluación*.

Estas dimensiones o ejes comprenden una serie de acciones asociadas a objetivos concretos, aplicables a los ámbitos de la investigación y de la educación, entre otros, de manera que la formulación de los objetivos de un proceso de investigación viene definido por una serie de acciones concretas, categorizadas dentro de las dimensiones referidas.

De este modo, los propios objetivos clarifican su mensaje al ser categorizados dentro de una de las seis dimensiones referidas, y a su vez se estructuran a partir de la estandarización mediante el uso de términos que unifican el propio lenguaje e indican claramente la acción que conforma el propio objetivo.

De este modo, los objetivos descritos a continuación vienen definidos por acciones concretas, inherentes a su vez a las dimensiones que corresponden a los procesos de aprendizaje e investigación definidos en el cuadro de la taxonomía de Bloom.



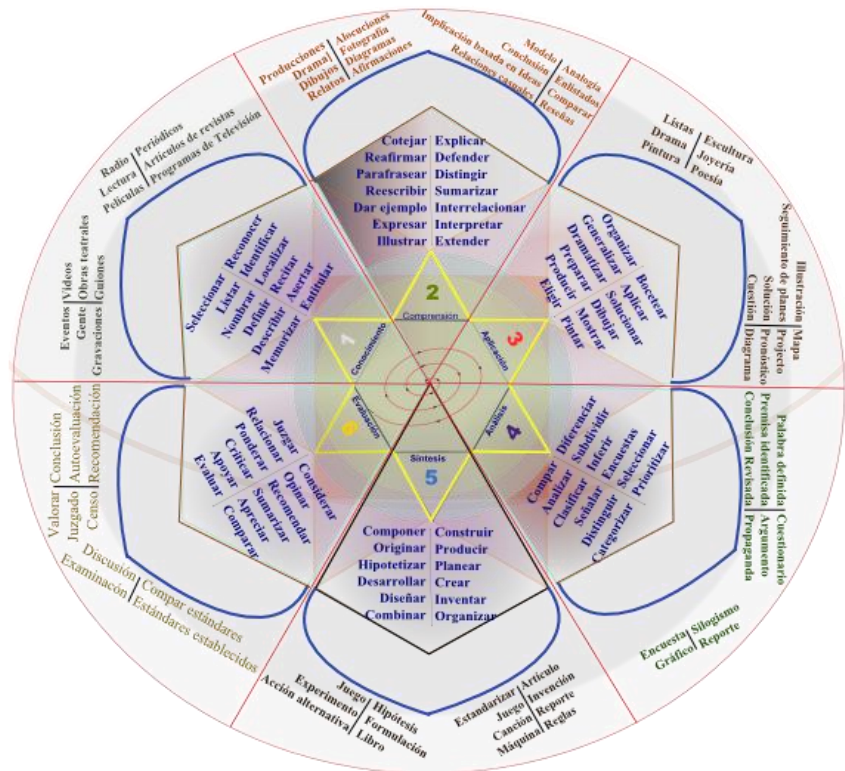


Figura 12. Gráfico diseñado por Kennedy (2008) que representa la estructura de *La rosa de Bloom*, donde se organiza la categorización de los objetivos que corresponden a las diferentes dimensiones de influencia.

De este modo, los términos que fundamentan la definición de objetivos se conforman en torno a seis ejes: el *conocimiento*, la *comprensión*, la *aplicación*, el *análisis*, la *síntesis* y la *evaluación*. A partir de tales dimensiones se estructuran una serie de verbos o acciones que definen los objetivos de un contexto social, investigador o educativo concreto.

Recuperado en 2014-12-12 de

[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:La\\_rosa\\_de\\_Bloom.png#mediaviewer/File:La\\_rosa\\_de\\_Bloom.png](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:La_rosa_de_Bloom.png#mediaviewer/File:La_rosa_de_Bloom.png)

## 6. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DE LA CUESTIÓN

## 6. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DE LA CUESTIÓN

## 6.1. Aproximación a las Teorías de la Creatividad: Una retrospectiva de Usos, Aplicaciones, Convergencia con otras disciplinas

## 6. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DE LA CUESTIÓN

### 6.1.1. Parámetros de estudios de la creatividad

La creatividad viene a ser una pieza fundamental dentro el marco teórico del presente estudio, debido a que el análisis de los componentes del Continuo de la Virtualidad y las tecnologías digitales poseen además un enfoque desde el punto de vista heurístico. Igualmente, la creatividad es parte del objeto de estudio de la investigación llevada a cabo en este documento. En este aspecto, la aproximación al marco estudio desde el punto de vista de la creatividad, y la integración de los aspectos relativos a la misma dentro del propio marco teórico, permite que este sea observado como un compendio de interacciones, interrelaciones y encuadres, dentro de los cuales se integran las Teorías de la Creatividad. Los usos de las tecnologías digitales, el desarrollo de contenidos interactivos, la creación y uso de entornos que se enmarcan dentro del Continuo de la Virtualidad, o la propia experiencia de usuario, tienen un componente heurístico manifiesto, y al mismo tiempo se revelan, como puede observarse a lo largo del análisis del presente estudio, impulsores de prácticas que tienen un carácter asociado a la creación, como puede ser el desarrollo gráfico de un mundo virtual a partir de motores de juegos (*game engines*), la narrativa para un *serious game*, la creación de contenidos con software libre en un lab, o la reflexión en torno a los usos de un dispositivo de hardware asociado a la robótica.

De este modo, una aproximación a las Teorías de la Creatividad, permite observar los fenómenos que son analizados en el presente trabajo desde una perspectiva que pone el foco en los usos de los productos desarrollados, los procesos de creación, las necesidades surgidas a raíz de las implantaciones de tecnologías de realidad virtual y aumentada, las inquietudes creativas de los perfiles que trabajan desarrollando contenidos (desarrolladores, diseñadores), así como las limitaciones de los componentes y dispositivos tecnológicos que se encuentran en auge en estos momentos, o el propio uso del espacio para la creación y el aprendizaje situado mediado por el uso de dispositivos tecnológicos. Las aproximaciones que se presentan a continuación permiten, por tanto, una mejor comprensión a la hora de poner el foco en los temas que conforman la presente línea de investigación.

### 6.1.2. Teorías de la creatividad: marco general

Guilford (1967, 1967a) realiza en sus estudios una descripción de los perfiles creativos, los cuales cuentan con tres características importantes: originalidad, fluidez y flexibilidad. Guilford (1950, 1967) elabora además la *Teoría de la Transferencia*, sosteniendo que el individuo creativo se encuentra motivado por el impulso intelectual de encontrar soluciones a los problemas. De este modo, se puede considerar el modelo de Guilford dentro del análisis combinatorio, y que consta de tres dimensiones, constituidas por los contenidos que forman parte del pensamiento, las operaciones que

realiza y los productos finales del proceso creativo. Al mismo tiempo el autor incorpora el concepto de pensamiento divergente, que es el que posibilita que el foco de las ideas cambie desde el punto de vista de la resolución convencional de problemas a través de la experiencia adquirida, a vías de resolución y procedimiento que optan por salirse de los cauces de lo convencional, considerando finalmente la creatividad como un proceso de captación de nuevas informaciones.

Continuando con las teorías formuladas en torno a las diferentes aproximaciones de modelos del pensamiento y el proceso creativo, *la Teoría Gestáltica* pone énfasis en la analogía existente entre el proceso creativo y el proceso perceptivo. Es Wertheimer (1945) quien aplica de forma directa los aportes realizados por la psicología de la *Gestalt*<sup>20</sup> al proceso creativo. Así el autor opina que un problema se corresponde con una *figura abierta*, y produce en el individuo que percibe el problema una tensión que crea una tendencia de impulso al restablecimiento del equilibrio, es decir, la *figura cerrada*. La confrontación a un problema se asimila con un esquema de representación análogo al de una *figura abierta*. Para Wertheimer, la creatividad implica de este modo la transformación productiva del planteamiento original del problema, a través de una suerte de *leitmotiv* o hilo conductor en el cual las percepciones no son fenómenos aislados, sino que se encuentran en relación con la percepción precedente, o bien con la posterior. Son de hecho los teóricos de la *Gestalt*, entre los que se encuentra Wertheimer, los que incorporan el principio holístico al concepto de la creación, en la medida en que el todo es más que la suma de las partes.

Freud (1908) asocia parte del proceso creativo (especialmente la parte que se encuentra en relación a la actividad intelectual y a la creación artística) como una de las actividades asociadas al concepto de *sublimación*. Las pulsiones sexuales son de este modo desplazadas hacia actividades que se encuentran en relación con prestigio social y/o las actividades que poseen un componente creativo/intelectual, enfatizando dentro de esta teoría que las soluciones a los problemas creativos se encuentran en dentro del subconsciente. A partir de ello, se sientan las bases para el desarrollo de una posterior *Teoría Psicoanalítica* de la creatividad, basada en estas mismas premisas freudianas.

Dentro del conjunto de teorías que se vienen incorporando a las teorías de la creatividad desde el siglo XX, cabe distinguir aquellas que consideran la creatividad no como el mero hallazgo de soluciones a problemas, sino que también hacen alusión al hecho de que el componente creativo se encuentra precisamente en el hallazgo de nuevos problemas en sí, a los que se haría por tanto necesario, por ende, hallar finalmente una solución. El proceso creativo se postula, en este caso concreto como una

---

<sup>20</sup> El término Gestalt es un vocablo alemán: El término aproximativo en lengua castellana es *forma*, pero el significado del concepto admite las fluctuaciones entre las acepciones de *figura*, *configuración*, *creación* o *estructura*.

interacción del individuo creativo con su propio mundo, con el entorno que le rodea y con el mundo de los individuos con los que interactúa, dando lugar a la búsqueda de una solución al problema hallado que desencadena el restablecimiento del equilibrio con el entorno.

Se plantea de este modo, desde esta perspectiva plantea, una aproximación que fundamenta la base de ese encuentro entre el individuo y el entorno, que comprende además el mundo de los otros. Schlachtel (1959, en Carevic Johnson, s.f.) remarca que el individuo creativo se encuentra en cierta manera *abierto* a su propio entorno, actuando a modo de *centinela del entorno*. Desde esta perspectiva, la creatividad se concibe como una necesidad propiamente dicha de comunicación con el entorno, pudiéndose observar al mismo tiempo en una *lucha existencial* en el individuo, entre la idea de permanecer alerta al entorno y trabajar los deseos internos.

Los tres componentes de la  
Creatividad, según Amabile



Figura 13. Teresa Amabile apunta a tres elementos que componen la creatividad: La destreza que tenga un individuo en un campo concreto, la capacidad de obtención de ideas y la motivación que el individuo tenga por la realización de una actividad determinada.

Elaboración propia a partir de las posturas de Amabile (1998).

En los primeros años 60 Malzman y Mednick (en Romo, 1986) se internan en análisis de aspectos de la creatividad a través de estudios basados en la psicología



asociacionista. En este punto se desarrollan los postulados de la *Teoría Asociacionista*. Mednick (1962) define el concepto creatividad como *un conjunto de asociaciones orientadas a combinaciones nuevas*. Elabora para ello un test denominado *Test de Asociación Remota*, fundamentado en dos parámetros que definen esencialmente la creatividad en el individuo: el número de ideas que se pueden asociar y lo separadas conceptualmente que puedan encontrarse dichas ideas. Ello es utilizado en estudios posteriores que ponen en relieve el uso de herramientas tecnológicas, y la creatividad basada en dispositivos electrónicos (Schmitt, Buisine, Chaboissier, Aoussat, Vernier, 2012).

Uno de los aspectos destacados de la personalidad del individuo creativo se encuentra en relación con el rol que juega la propia motivación, existiendo dos orígenes dentro de la misma: la motivación intrínseca y la motivación extrínseca. Amabile (1998) hace énfasis en el aspecto de la motivación intrínseca como parte fundamental del proceso creativo, pudiéndose observar una determinación de la creatividad por tres componentes fundamentales: la motivación (que puede tener un origen extrínseco o intrínseco), las capacidades de ideación creativa y las destrezas del individuo en un área concreta del conocimiento. El papel del entorno en el que ocurren los procesos creativos tiene una relevancia fundamental, afirmando que existen determinados entornos que son más propicios y favorables para el desarrollo de la creatividad, pudiéndose de esta manera remarcar la relevancia de implementar ambientes creativos en la educación.

El aspecto motivacional también es enfatizado por Simonton (1988) quien elabora la *Teoría de la Configuración Fortuita*<sup>21</sup>. Los procesos mentales relacionados con la creación son determinados por la intuición, la incubación, y la serendipia, otorgando de este modo importancia a la configuración fortuita de los procesos mentales, la información contenida en las configuraciones mentales y la aceptación social. Según la teoría, además existen otros factores que influyen en la configuración del pensamiento creativo, tales como la educación, los orígenes o la situación socio-económica, o el *zeitgeist*.

La aproximación a un enfoque cognitivo sobre los aspectos relativos creatividad y la inteligencia, lleva a la formulación de la *Teoría triárquica de la Inteligencia* (Sternberg, 1985), centrándose menos en el enfoque psicométrico de los procesos creativos. La teoría describe tres tipos de inteligencia: analítica, creativa y práctica. La inteligencia se define bajo este prisma como *actividad mental dirigida con el propósito de adaptación a, selección de o conformación de, entornos del mundo real relevantes en la vida de uno mismo*<sup>22</sup> (Sternberg, 1985, p. 45), y se constituye por tres elementos: la

---

<sup>21</sup> *Chance-Configuration Theory*

<sup>22</sup> *"Mental activity directed toward purposive adaptation to, selection and shaping of, real-world environments relevant to one's life".*

metacognición, el contexto determinado, y las habilidades intelectuales propiamente dichas.

La distinción de tres elementos centrales y necesarios dentro del proceso creativo también es realizada por Csikszentmihalyi (1990, 1996), los cuales son: 1) la *persona* o el talento creador, 2) la *disciplina* dentro de la cual la persona trabaja, y 3) el *ámbito* en el que se emiten los juicios de valor sobre la calidad y/originalidad de los productos finales.

El enfoque de la creatividad también tiene sus aproximaciones desde el punto de vista sociológico a través del estudio de las civilizaciones. Toynbee (1939, 1948), a través de la teoría de la *Némesis de la Creatividad*, en la que la complejidad de las sociedades va creciendo a medida que evolucionan y prosperan. De este modo, la respuesta que otorga una civilización avanzada a un problema, a través de lo que él denomina una *minoría creadora*<sup>23</sup>, lleva implícita una autosatisfacción, que acaba resultando contraproducente para la propia civilización. La minoría creadora que respondió a los desafíos anteriores de la civilización tiende a no ser efectiva.

A partir de mediados del siglo XX surgen nuevos modelos, teorías y aproximaciones para observar la creatividad, la percepción cognitiva, y la inteligencia. Gardner (1985) postula la *Teoría de las Inteligencias Múltiples*, en la que se propone la fragmentación de la cognición y el proceso creador en diferentes áreas del conocimiento. En concreto, las inteligencias descritas en la Teoría de las Inteligencias Múltiples son ocho: 1) *Inteligencia lingüística*, 2) *Inteligencia Lógico-matemática*, 3) *Inteligencia Cinético-corporal*, 4) *Inteligencia Espacial*, 5) *Inteligencia musical*, 6) *Inteligencia interpersonal*, 7) *Inteligencia Emocional (o intrapersonal)* e *Inteligencia naturalista*. Cada individuo posee la práctica totalidad del espectro de inteligencias<sup>24</sup>, pero el desarrollo de unas u otras difiere notablemente en cada individuo, definiendo un perfil de su conjunto de capacidades cognitivas, que acaban ejerciendo una notable influencia en los procesos creativos.

Con la *Teoría de la Estructuración* (Giddens, 1984) se realiza un enfoque de las teorías de la creatividad desde una perspectiva sociológica y socio-política, describiendo la creatividad como la habilidad que posee un agente para desligarse de su entorno más inmediato para entablar nuevas relaciones, interconexiones y nexos. La creatividad se comporta, de este modo, como un ejercicio de interacción entre el individuo, su entorno

---

<sup>23</sup> Según Toynbee, la *minoría creadora* es el conjunto de las instituciones que tuvieron éxito en alguna etapa exitosa de una civilización. Esta minoría tendría una tendencia a la egolatría, minoría que, según Toynbee, para que la civilización perdure, habría que sustituirla por una minoría creadora nueva.

<sup>24</sup> Los trabajos de investigación realizados en el presente estudio como parte de procesos de creación con perfiles multidisciplinares ponen en relieve la Teoría de las Inteligencias Múltiples.

(el mundo-objeto) y sus semejantes. La concepción de la creatividad dentro de la *Teoría de la Estructuración* la enfoca desde una perspectiva holística, en la medida en que no puede ser comprendida sin comprender al mismo tiempo las estructuras socio-materiales que rodean el contexto en el que se producen y regulan los procesos de creación-aprendizaje.

Los rasgos de la personalidad creativa también son estudiados en el *Copo de Nieve de los Seis Rasgos de la Creatividad* (Perkins, 1981), en el que la personalidad creadora posee un cierto grado de tolerancia al caos y la ambigüedad, y en el que se encuentra presente un alto índice de flexibilidad mental, motivación intrínseca, predilección por el riesgo, y capacitación de visualización de problemas. Los procesos mentales de la creatividad son definidos, según este modelo, como *versiones excepcionales de operaciones mentales ordinarias*. Los seis rasgos de la personalidad creativa que define el modelo representado aquí son: 1) Estímulo por la motivación intrínseca, 2) Manifestación de objetividad, 3) Disposición para asumir riesgos, 4) Uso de la movilidad mental, 5) Destaca en el hallazgo de nuevos problemas, 6) Muestra compromiso con una estética personal.

Las aplicaciones de la creatividad en el contexto de las ciencias de la educación han sido objeto de numerosas publicaciones, existiendo, además, una cantidad importante y creciente de literatura en lengua castellana, ya desde los años 70. Marín (1973) trabaja en la potenciación de las habilidades creativas en el ámbito educativo, en la innovación pedagógica y en aspectos relacionados con el multiculturalismo. García García (1982) estudia el campo de la creatividad icónica, dentro del espectro de la infancia y la adolescencia. Los procesos creativos se asocian, al mismo tiempo, dentro del área de estudio de García García, al ejercicio de la retórica en el campo audiovisual y la narrativa en el contexto del área de la comunicación, para abarcar las competencias socio-comunicativas de los denominados nativos digitales. Las aportaciones realizadas por García García incorporan nuevos enfoques de definición de la creatividad, en la medida en que considera esta como una capacidad que se encuentra presente en cualquier individuo, y que a través de un conjunto de tareas específicas, puede ser reforzada o potenciada. Los parámetros en los que se centra su investigación para realizar una aproximación a los procesos creativos son cuatro (García García, 1982): 1) persona: aptitudes, actitud, carácter propio del individuo, y rasgos intrínsecos de la personalidad creativa, 2) ambiente: nivel socioeconómico, grupo de compañeros en el aula, grupo de trabajo para la realización de actividades, 3) producto, y 4) evaluación.

Desde el punto de vista de la asociación de ideas y la aplicación a áreas técnicas y tecnológicas, de la Torre (1997, 2007) propone un punto de vista teórico de enfoque de la creatividad, a través de ideas tan heterogéneas como los patrones mentales o la

relación entre creatividad y avances tecnológico-científicos, incidiendo en la deconstrucción de la realidad como parte del proceso creativo.

El enfoque psicopedagógico también se encuentra presente en la obra de Romo (1986, 1997). El estudio del *insight* tiene especial importancia en el proceso creativo y la generación de ideas, analizando al mismo tiempo las dimensiones psicológicas esenciales para la conducta creadora, donde el pensamiento y la motivación tienen especial énfasis dentro de esta línea de investigación, muy en línea con el International Center for Studies in Creativity, en Buffalo, Estados Unidos.

Todas estas teorías se constituyen como la base de la literatura actual, en relación a la aplicación de los estudios de la creatividad en áreas más específicas, tales como pueden ser el Continuo de la Virtualidad (en relación a los procesos llevados a cabo en los diferentes ámbitos de la realidad-virtualidad), los dispositivos electrónicos como herramientas que favorecen e impulsan el desarrollo de procesos creativos, la implementación de técnicas de creatividad, en combinación con innovaciones tecnológicas, en entornos de aprendizaje situado, o el uso y desarrollo de serious games para potenciar la resolución de problemas o el pensamiento divergente, así como los conflictos surgidos entre las limitaciones tecnológicas y las pretensiones de desarrollo de contenidos por parte de perfiles creativos que trabajan en áreas relacionadas con la tecnología.

### 6.1.3. Creatividad: Literatura científica reciente, convergencia con el continuo de la virtualidad, y las tecnologías digitales

Se pueden observar, en la literatura científica actual, relacionada con la temática, aproximaciones en torno a enfoques de la creatividad en lo relativo a su interacción con diferentes áreas del conocimiento y la tecnología, así como dentro de la práctica. De este modo, las tecnologías digitales, el marketing, la publicidad, los videojuegos, la realidad virtual, el urbanismo e incluso las ciencias sociales, se presentan como los nichos a través de los cuales se van a encauzar enfoques innovadores, que no obstante tienen mucho en común con las teorías de la creatividad formuladas en el siglo XX y a principios del siglo XXI, basando, además muchas de sus premisas tales técnicas de creatividad, pero incorporando una perspectiva transversal en torno a la aplicación de la misma. Así, la literatura reciente en torno a la creatividad reflexiona sobre el hecho de que *¿donde se produce?*, en lugar de el *¿de qué manera se produce?* que estaba intrínsecamente ligado a las teorías formuladas en el siglo XX, más interesadas en sus procesos de producción y en su teorización que en sus aplicaciones.

Runco (2014) analiza la creatividad desde el punto de vista cognitivo, dentro del cual incluye la sinestesia, la resolución de problemas, las metáforas o el pensamiento por analogías, hace una retrospectiva de las tendencias, e incorpora las perspectivas biológicas y clínicas. En lo relativo a poner el foco en las aplicaciones de la creatividad en contextos actuales, las perspectivas que incorpora, dentro de un enfoque genérico, son la relación entre creatividad y el mundo de la cultura -perspectiva que viene siendo utilizada en una cantidad notable de publicaciones en la literatura reciente (San Cornelio, Alberich, Alsina, Pagès y Roig, 2010)-, la política, y la filosofía. Se puede percibir en este aspecto que existe otra perspectiva de la creatividad, ubicada en las publicaciones de la literatura actual, que pretende poner el enfoque en su relación con un área del conocimiento concreto, normalmente de carácter práctico, y que pertenece a un área del conocimiento susceptible de incorporar mejoras.

La relación entre la creatividad y la tecnología es uno de los ámbitos en los que es posible encontrar literatura reciente, a la vez que detenta la posibilidad de abrir las puertas a áreas de investigación e innovación recientemente exploradas o en las que aún se encuentra un escaso número de publicaciones científicas, debido a la novedad del uso de la tecnología, o en que simplemente no se ha propuesto aplicaciones en ese campo concreto. Esto es notable en el caso de tecnologías digitales concretas, si bien existe literatura que pone en relación la creatividad con los usos de las tecnologías digitales en general (Jackson, Witt, Games, Fitzgerald, von Eye y Zhao, 2012, Hemlin, Allwood, Martin, y Mumford, 2013).

En el caso de los procesos creativos relacionados con las tecnologías digitales, los estudios recientes permiten abordar una perspectiva del uso de tecnologías digitales para el estudio y la mejora de los procesos creativos (Schmitt, Buisine, Chaboissier, Aoussat, Vernier, 2012). De esta manera, la creatividad no se presenta solamente como un método para producir mejoras en diversas áreas del conocimiento que tienen relación con la cultura, el marketing, o la tecnología digital, sino que la tecnología digital sirve a su vez como instrumento para la mejora de los procesos creativos, de manera que la perspectiva de una convergencia entre ambos conceptos permite generar un feedback y en los que la creatividad y la tecnología abren nuevas vías de investigación e innovación.

El uso de la tecnología digital interactiva para el incremento de la creatividad y para ejercer una influencia en los procesos colaborativos es estudiado por Schmitt et al. (2012) y Buisine Besacier, Aoussat y Vernier (2012). El procedimiento consiste en implementar tecnologías (en estos casos concretos tabletops) en entornos donde se desarrollan procesos creativos, con el objetivo de evaluar las posibles mejoras que se producen mediante la implantación de un tipo de tecnología concreto, en este caso, permitiendo incorporar nuevas perspectivas en lo referente al uso de técnicas de creatividad (brainstorming electrónico) y la propia interacción de los agentes implicados

a través del uso de la tecnología, y midiendo, a su vez, factores como la presión de grupo, el comportamiento colaborativo, o la experiencia subjetiva de los participantes en el proceso creativo (Schmitt et al. 2012). Los procesos grupales de creación ligados a presión debidos a la comparación social son investigados ya en la década anterior, en la que se puede acceder a literatura relacionada con la incorporación de las tecnologías, en los procesos en los que se encuentran implicadas técnicas de creatividad, que pretenden producir mejoras en la productividad (Michinov y Primois, 2005).

Las teorías de la creatividad incorporan de este modo nuevos enfoques, que permiten visualizar las aplicaciones de la misma, dentro de las diferentes áreas del conocimiento e investigación, con el fin de producir mejoras en tales áreas. La creatividad se convierte por tanto en una pieza clave dentro de la industria, de manera que desde hace relativamente poco tiempo la literatura cultural y científica menciona el término *industrias creativas* (Caves, 2000, Hartley, 2005), por una parte, en referencia a todas aquellas áreas del conocimiento que tienen relación con las artes y generan nichos de negocio. La convergencia entre ciencia, artes, y tecnología (STEAM), por otra, hacen que la creatividad sea una pieza fundamental de exploración de nuevos métodos de generar conocimiento y promover nuevas perspectivas en la investigación en líneas de investigación que a priori no parece evidente el rol de la creatividad, como pueden ser las ciencias de la computación o las denominadas ciencias duras. Los laboratorios científicos incorporan un nuevo enfoque en la medida en que también convergen como espacios de investigación artístico-creativa, donde se da una conexión entre lo orgánico y lo electrónico, y donde los agentes creadores confluyen en la escena creativo-artística de manera que se convierte en un espacio de reflexión y crítica científica (Torneo Lorenzo, 2009).

Las líneas de acción en las que se puede poner en relación a la creatividad con otras áreas del conocimiento, en particular con las relacionadas con la ciencia y la tecnología (STEM, Harrell, 2009), han sido objeto de un desarrollo paulatino dentro de los cuales se incorporan términos tales como *net.art*, *new media art*, medios locativos, o formas de participación colaborativa, que forman parte del universo conceptual que involucra métodos que son utilizados en el ámbito de la industria y la tecnología, con el fin de producir una reflexión crítica que conduzca a mejoras a través de los procesos creativos (San Cornelio, Alberich, Alsina, Pagès, Roig, 2010). La convergencia entre arte y ciencia también es objeto de estudio a través de la *Teoría de la complejidad* (Sturbin, 2013).

De este modo, el estudio de los procesos creativos en la literatura reciente, incorpora frecuentemente la relación entre 1) el agente, usuario, artista, y/o creado, 2) el entorno y las herramientas de las que dispone, y 3) el producto, de manera que se argumenta

que la incorporación de un dispositivo electrónico o científico supone una disrupción en el proceso creativo, como es el caso de las tabletops, al que se hace referencia, y que sirve para ilustrar el contexto en el que hoy día se reflexiona en torno a la creatividad y su convergencia. Para la comprensión de la relación y convergencia de la creatividad con otras áreas, la literatura reciente se ve en la necesidad de realizar una retrospectiva que analiza los aspectos más esquemáticos y prácticos de la creatividad, en lugar de incidir en las diferentes teorías. Esto pone en relieve una relación entre persona y producto, donde la creatividad se postula como fundamental para llevar a cabo procesos de innovación y mejora en las áreas de la industria y la tecnología, y por ende precisa de realizar aproximaciones a un estudio de las interacciones entre los agentes humanos (usuarios, creativos, desarrolladores, diseñadores, docentes, investigadores, estudiantes) con los medios de que disponen (espacio, tecnología), para llevar a cabo los procesos que conducen a la creación final de productos.

La comprensión de la incidencia de la creatividad en el contexto actual (en contraposición a la aproximación teórica de la creatividad), ya es avanzada por Rhodes (1961, en Schmitt et al., 2012, p. 1893), en donde la creatividad puede ser visualizada como constructo de cuatro *pes*: *Persona*, *Proceso*, *Producto*, y *Presión*.

El estudio de la actividad en entornos dinámicos también forma parte del componente que pone en relación el usuario con su entorno, llevando la creatividad a su relación con la experiencia de usuario (UX). Osman (2010, en Schmitt et al. 2012, p.1893) estudia la interacción humana en entornos dinámicos a través de actividades que implican tomas de decisiones secuenciales complejas, en las que el operador humano o usuario puede tener un control limitado sobre el entorno. Tal complejidad en el desempeño de las tareas se aborda desde el punto de vista de la convergencia de áreas como la ergonomía, la ingeniería, la interacción humano-computadora, la gestión organizativa, la economía o la psicología. Las fuentes de incertidumbre que se identifican durante los procesos de toma de decisiones complejas son: 1) presión de tiempo, 2) resultados, feedbacks y reacciones del sistema a las acciones de los operadores (feedback positivo, negativo, impredecible, poco fiable, nulo o inexistente) 3) implicación de múltiples actores y agentes, y 4) enfoque erróneo del problema que tiene relación directa con una definición errónea de los objetivos, un desplazamiento, o un conflicto en los mismos (Funke, 2001, en Schmitt et al. 2012, p.1893).

Buisine et al. (2012) investigan en torno a un modelo de interacción entre operadores para la generación de ideas, que incorpora dispositivos electrónicos interactivos (en este caso concreto tabletops) en sistemas dinámicos, de manera que mediante el estudio se pueden observar factores de interacción entre el humano y la computadora, entre los que se encuentran las expresiones faciales (fundamento que abre la puerta de la investigación a otras áreas tales como la computación afectiva), los niveles de presión táctil en la pantalla, el uso de notas de escritura interactivas, la incorporación de la

técnica del brainstorming para producir ideas, y la limitación del tiempo de generación de ideas (lo que permite incorporar a las variables el factor de presión temporal). El interés generado a este respecto se centra en incorporar componentes que permiten visualizar nuevas variables para medir los procesos creativos y los productos resultantes de tales procesos, lo que permite generar a su vez procedimientos de medición de la creatividad a partir de rasgos como el rendimiento, los procesos, los productos, las interacciones entre operadores o con la implantación de dispositivos tecnológicos y espacios virtuales.

Dentro del estudio de la mejora del rendimiento creativo a partir de la implantación de dispositivos electrónicos y tecnologías digitales, Kassim, Nicholas y Ng (2014) examinan los efectos en el rendimiento creativo del uso de materiales multimedia interactivos para el aprendizaje, a través del desarrollo de una herramienta multimedia de aprendizaje (MLT). Los factores que se tienen en consideración en el momento de concebir la herramienta son la cantidad de información en el sistema cognitivo para que la información sea efectiva, y el procesamiento creativo y cognitivo. El análisis del uso del MLT desarrollado arroja resultados positivos en lo que respecta a la generación de ideas originales por parte de los operadores implicados (en este caso estudiantes), no reflejando no obstante resultados tan prometedores cuando se pretende medir la fluidez de generación de ideas. Los instrumentos de creatividad usados en el estudio mencionado son el Test de Torrance de Pensamiento Creativo (TTCT) y la Escala Semántica de Productos Creativos (CPSS).

El uso de plataformas multimedia como herramienta para la estimulación creativa también forma parte de líneas de investigación recientes (Dinica, Dinescu y Miron, 2012), que mantienen que las asociaciones y re combinaciones de datos cognitivos y los factores asociados a la personalidad desempeñan un papel relevante en los procesos creativos, analizando el potencial y la influencia de los medios tecnológicos digitales a partir de la medición del rendimiento escolar o del potencial creativo a partir de técnicas múltiples. Zhao, Badam, Chandrasegaran, Park, Elmqvist, Kisselburgh y Ramani (2014) ponen también en relieve la relación entre los proyectos digitales multimedia y la creatividad, a partir de la colaboración, incidiendo nuevamente en la necesidad de la implantación y uso de tecnologías digitales para la mejora del rendimiento de los procesos creativos, de manera que se puede profundizar en la parte de la investigación y la innovación, que posibilita desarrollar dispositivos intuitivos que estimulen la creación colaborativa. La herramienta desarrollada en el estudio de Zhao et al. (2014), *skWiki*, que consiste en una plataforma a modo de aplicación web, utiliza el concepto de ruta a modo de trayectoria a la manera de un estado constante a lo largo del tiempo, en lugar de usar el sistema de archivos habitual de los sistemas operativos.



Colombo, Grati y Di Nuzzo (2013) enfocan su área de estudio en el rol de los niveles de creatividad individual, en su relación con estímulos complejos originados a partir de la interacción con tecnologías multimedia. La obtención de datos, a partir de la observación del comportamiento y de los índices psicofisiológicos, permite enfocar la metodología del estudio a los parámetros de medición indirectos del rendimiento de la creatividad.

En el asunto concreto de la colaboración en torno a dispositivos electrónicos y tecnologías digitales, la literatura científica reciente se inclina por el análisis de casos en áreas e interacciones concretas a través de metodologías empíricas y de campo, observaciones ecológicas mediante la formalización de los acontecimientos producidos, como pueden ser estudios comparativos y de uso (Schmitt et al., 2012, Buisine et al. 2012), la implantación de tecnologías en áreas específicas del conocimiento (Wojciechowski y Cellary, 2010, Pérez López y Contero, 2013) - con el fin de evaluar el impacto de tales tecnologías en el rendimiento (implicando la evaluación del rendimiento creativo, mediante diversos instrumentos)-, o través de metodologías que implican la incorporación de un elemento innovador dentro del campo de estudio para proceder a una observación y evaluación directa de los resultados, a través del *design-based research* (Barab y Squire, 2004, Anderson y Shattuck, 2012), de manera que todo ello permite ampliar las posibilidades de abordar la creatividad, desde un número considerable de enfoques y perspectivas, y a su vez posibilita la observación del impacto de los procesos y productos creativos en áreas más delimitadas y precisas del conocimiento, la investigación, la tecnología o la industria.

Las investigaciones y la literatura científica recientes abarcan áreas específicas tan heterogéneas como el comportamiento de los grupos de coworking en los entornos colaborativos, los equipos de diseño y desarrollo de productos y aplicaciones (incorporando los análisis de rendimiento grupal o teniendo en cuenta factores como la inteligencia colectiva), el impacto social y económico de las industrias creativas, el interés que genera un dispositivo tecnológico en el usuario o el operador (y la posible paulatina pérdida de interés a medida que el dispositivo o el entorno interactivo van quedando obsoletos o son sustituidos sistemas más intuitivos y con más usabilidad), la prolongación de los procesos en el tiempo (lo que permite comparar el factor de la presión de tiempo) o la comprensión del funcionamiento de los dispositivos electrónicos, las interfaces o los entornos dinámicos en los procesos creativos y/o colaborativos.

## 6.2. Tecnología Digital, Contexto Social, Usos, Reflexión e Implantación: Industrialización de la Información, Filosofía de la Técnica y Sociología de la Traducción

## 6. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DE LA CUESTIÓN

*Cuando pensamos que el día de mañana nunca llegará, ya se ha convertido en el ayer*

Henry Ford

### 6.2.1. La Teoría del Actor-Red o Sociología de la Traducción: Aproximación a la implementación de tecnologías en base a la Infraestructura de la Información

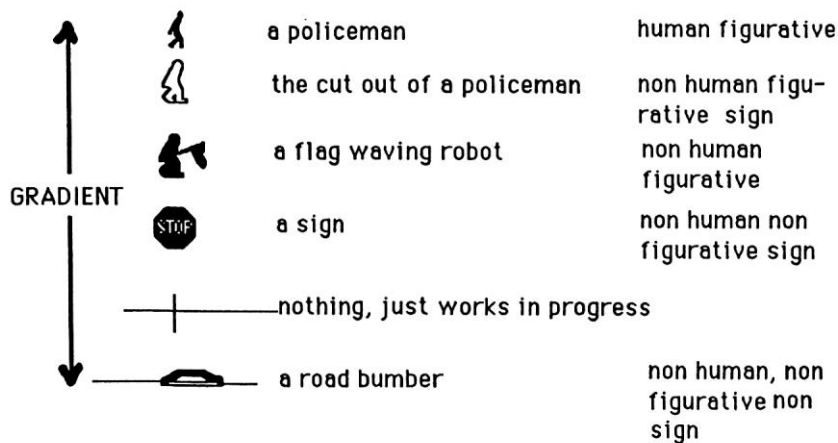
La Teoría del Actor-Red (*Actor Network Theory / ANT*) o Sociología de la traducción, citada también como *Ontología del Actante-Rizoma*, fue propuesta por los pioneros Michel Callon, John Law, Madeleine Akrich y Bruno Latour en los primeros años 80 (en Law, 1992, en Latour, 2005), es una perspectiva sociológica de los estudios sobre la ciencia que observa los objetos como parte de redes sociales. La Teoría del Actor-Red considera los objetos que conforman el entorno, que son los usuarios (humanos), los objetos y los discursos como pertenecientes a una misma categoría, denominados *actantes*.

Esta teoría se fundamenta en los estudios de la teoría social, la investigación en los estudios de la ciencia y los principios del constructivismo, y resalta a su vez la repercusión y trascendencia del componente relativo a la tecnología para la definición del mundo. Los elementos que define el contexto en el que se desarrolla la teoría son: 1) la *red*, que a posteriori contribuyó a elaborar la visualización de internet como una red de interconexiones, ya que los fundamentos de la teoría del actor-red son anteriores a la implantación generalizada de internet, aunque ARPANet fuera desarrollada ya por los años 60, la World Wide Web no fue desarrollada hasta 1989 por Tim Berners-Lee<sup>25</sup> (en Berners-Lee y Fischetti, 2000), 2) la *traducción*, que es el factor que permite, dentro del cuadro teórico, el establecimiento de un punto en común en un contexto de actividades heterogéneas de manera que se puede incrementar la legibilidad y los procesos de comunicación de la red, a través de protocolos, y 3) el *principio de simetría*<sup>26</sup>, donde se argumenta que todos los nodos que conforman el sistema tienen a priori la misma jerarquía dentro del propio sistema, siendo el ejemplo más destacado, en el contexto actual, las redes P2P o *peer-to-peer*, en donde todas las redes funcionan como una serie de nodos entre los cuales el sistema jerárquico es horizontal.

<sup>25</sup> El primer servidor web fue desarrollado en el CERN por Berners-Lee utilizando una caja negra NeXTCube, y basado en un procesador Motorola 68030.

<sup>26</sup> No confundir con el principio de simetría implícito en la Teoría de la Gestalt ni con los principios de simetría relativos a la física cuántica, como *La simetría de Gauge*.

La aportación que hace la *sociología de la traducción* en este sentido posibilita observar la tecnología como un fenómeno social, donde se perciben los medios tecnológicos desde una perspectiva de *dispositivos de mediatización técnica*. Los *actantes* se encuentran involucrados de manera implícita en un proceso que es analizado bajo las premisas de la propia sociología de la traducción, que tiene en cuenta el análisis de los procesos constructivos (y no solamente el producto final) a través de los cuales se han elaborado objetos, proyectos o tecnologías concretas, encontrando a su vez un reflejo en la denominada *ingeniería inversa*. La propia estructura social que define la sociología de la traducción visualiza sus componentes (usuario-humano, objeto y discurso) como un contexto en el que se transforman en acciones, de modo que no se habla de estructura como un concepto estático sino como un conglomerado de acciones que componen la propia naturaleza de los denominados actantes. Otra de los puntos relativos a la *teoría del actor-red* es la percepción del entramado social como un contexto en el cual las relaciones, interacciones e interconexiones poseen tanto una dimensión cognitiva como una dimensión social, de manera que la dicotomía entre ambas dimensiones no se produce. A su vez, tampoco se observa, según las premisas de la teoría que nos ocupa, una dualidad entre dimensiones macro y micro, aquello que Panourgias, Nandhakumar y Scarbrough (2013) vienen a explicar mediante la metáfora del Zooming-in / Zooming-out para ilustrar las aproximaciones y enfoques desde los que se visualiza la complejidad de los problemas de interacción y tensión en el contexto de implantación de tecnologías. Mediante la ruptura de tal dualidad, observada y utilizada en otras teorías, la sociología de la traducción propone hacer un seguimiento de los procesos (y los productos finales) en el momento en el que se desarrolla la acción, de manera que estos son observados una vez más, como *actantes*. Esta ruptura permite a su vez observar los elementos que componen la cognición en el contexto social como producto de las acciones, las relaciones y las interacciones, en donde la construcción del conocimiento, a través de la acción, se realiza mediante la producción de *sistemas de referencias*, a modo de *representaciones*, que permiten realizar una aproximación a un conjunto de fenómenos concretos configurando un sistema basado en la descripción. En este contexto, las diferentes disciplinas que categorizan el conocimiento, evolucionan y se consolidan a través un feedback entre la base fundamental que componen los *sistemas de referencia (representaciones)* consolidados y los nuevos, de manera que se produce un tránsito de los esquemas entre ambas categorías de sistemas de referencia.

**Figure 8.4**

Students of technology are wary of anthropomorphism that they see as a projection of human characters to mere mechanisms, but mechanisms are another “morphism,” a nonfigurative one that can also be applied to humans. The difference between “action” and “behavior” is not a primary, natural one.

Figura 14. Esquema que ilustra los grados de representación retórica dentro de la Teoría del Actor-Red (Action Network Theory), en la que se observan a los humanos-usuarios, los objetos y los discursos como mecanismos y/o acciones.

Recuperada en 2015-01-12 de <http://510bds.pbworks.com/w/page/3872233/Actor-Network%20Theory>, elaborada a partir de los postulados de Latour (1992).

La teoría del actor-red involucra, al mismo tiempo, una perspectiva que redefine el concepto de lo *social*. Según Latour (2005), la palabra *social*, se usa, dentro del contexto de investigación relativo a las ciencias sociales, por una parte, para indicar un estado estabilizado de casos. Otro de los usos identificados en este contexto es el que se produce cuando existe una analogía que describe de qué material está compuesto un elemento determinado: así, *social* describe, desde este enfoque, el material y las características que componen el contexto social, en el mismo modo en que se pueden aplicar adjetivos que definen las propiedades intrínsecas externas del material que lo compone (transparente, dorado). El concepto de lo *social* define así dos apartados que difieren, que son por una parte el proceso de ensamblaje de las estructuras que lo componen y por otra parte el material que diferencia unas estructuras de otras, como se viene explicando.

La perspectiva que sostiene Latour es relativa al enfoque de lo *social* como un tipo de material o dominio concreto, argumentando en contra de la idea proveniente de las corrientes de la investigación social, que pretenden encontrar una suerte de explicación social en los fenómenos. Para ello sostiene que a día de hoy no es posible inspeccionar los elementos constitutivos precisos de una sociedad introduciéndose en el *dominio social*.

Es en este punto donde se propone una aproximación a la denominada sociología de las asociaciones, lo que posteriormente pasaría a llamarse teoría del actor-red. En tal contexto de redefinición del término social, Latour (2005) sostiene la necesidad de volver al significado originario del término y de trazar a su vez nuevas interconexiones, de manera que las ciencias de investigación social se enfoquen en sus objetivos originarios, pero contando con métodos de análisis más sofisticados, lo que posibilitaría a su vez un proceso de indagación en el contenido exacto que define la noción de *social*.

Otras aproximaciones a las ciencias sociales desde la perspectiva de la *sociología de la traducción*, que sirven para profundizar en la cuestión del contexto tecnológico y de conformación de interconexiones de red que conforman las relaciones e interacciones sociales, han sido formuladas en los años 90. Las aproximaciones relativas al contexto de las relaciones sociales incluyen además el poder y la organización, como efectos implícitos en los sistemas de redes (Law, 1992). Esta perspectiva sostiene la heterogeneidad implícita material de las redes, de manera que las sociedad y la organización no podrían darse si fueran simplemente sociales. Los elementos que componen las estructuras y la organización, tales como los *agentes*, los *textos*, los *dispositivos* y las *arquitecturas*, son generados como parte esencial de las conexiones de redes de lo *social*. Desde el punto de vista de este argumento, el contexto social precisa pues de ser analizado según estos los mismos términos, argumentando que la tarea de las ciencias de investigación social se fundamenta en los modos en que los materiales que componen el tejido o la estructura se conectan y articulan para generarse y retroalimentarse y reproducir patrones institucionales y organizativos en las redes de lo social.

### 6.2.2. La Infraestructura de la Información (INE) como parte de los Sistemas de Información (IS)

Uno de los aspectos fundamentales explicados en el contexto de la *sociología de la traducción* o *teoría del actor-red* es la capacidad subyacente que tiene de habilitar y amplificar de manera simultánea las tendencias para proceder a una reestructuración de las organizaciones, de manera que se percibe una relación más restringida entre la propia infraestructura de la información y las nuevas formas organizativas que propicia la incorporación del factor tecnológico y el uso de las redes (Monteiro y Hanseth, 1996).

Esta incorporación del factor tecnológico dentro del contexto social, visto desde esta perspectiva, permite tener en cuenta, de manera subyacente y para explicar los fenómenos relativos a la infraestructura de la información, a la *teoría de la estructuración* (Giddens, 1984), que sostiene que dentro de los contextos de relación social entre el *agente* y la *estructura* existe un proceso dinámico y no estático que

involucra a ambos en una correlación de interdependencia en lo relativo al marco espacio-temporal. La teoría de la estructuración da cuenta, desde un análisis de los procesos y las estructuras como entes dinámicos en constante cambio, de la interacción entre la acción humana y las propias estructuras sociales, de manera que incorpora los conceptos de *herramienta, lenguaje y metodología*, de manera que se percibe el aporte al marco teórico a la reflexión que suscita la incorporación, implantación y usos de tecnologías en los contextos sociales, observado desde el punto de vista técnico, por una parte, y de la sociología, por otra.

La *infraestructura de la información* se describe de este modo como una tecnología sistémica que permite la regulación del comportamiento relativo a la comunicación, fundamentándose al mismo tiempo en el rol que ejerce y en el status de los estándares en los que se basa (Monteiro y Hanseth, 1996). Incluye todos los componentes que respaldan la creación, el uso, el transporte, el almacenamiento y la destrucción de la información, conformando estos componentes los procesos, los procedimientos, las estructuras, las personas, las herramientas y la tecnología. Tal infraestructura necesita ser coordinada de forma global para evitar el colapso del sistema comunicativo, de manera que modificar un estándar se vuelve una tarea más compleja a medida que el propio estándar se difumina. Esta perspectiva propuesta entra en contraste con las *teorías de la estructuración* de Giddens, ya que además es observada una relación más estricta entre la infraestructura de la información y las nuevas formas organizativas en el contexto social.

El objetivo principal de la *teoría del actor-red* es realizar una descripción de los sistemas tecnológicos y las estructuras no técnicas como unidades individuales, como pueden ser las redes socio-técnicas. El enfoque propuesto para la infraestructura de la información es incorporarla dentro de la *teoría del actor-red* o *sociología de la traducción* (Monteiro y Hanseth, 1996), de manera que también posibilita que se puedan realizar descripciones de conexiones e interrelaciones entre organizaciones y tecnologías interconectadas a través de redes. La *infraestructura de la información* sirve para explicar, en muchos aspectos, contextos de implantación de la tecnología en sociedades interconectadas, pero es conveniente tener en cuenta el carácter intrínsecamente estático que se refleja en la naturaleza compleja, de los propios estándares que lo componen. En todo caso, el aporte que ha realizado la incorporación del concepto de *infraestructura de la información* al estudio de los *sistemas de información (SI)*, se ve reflejado en cómo se entiende en el contexto actual parte importante de la relación con la tecnología, el enfoque bajo el que se observan las estructuras e interconexiones de las organizaciones y la perspectiva analítica en la que los sistemas organizativos poseen una infraestructura determinada. El concepto de red semántica también ha sufrido un proceso de evolución importante a raíz de la incorporación de la noción de la *infraestructura de la información* al estudio de los *sistemas de información*.



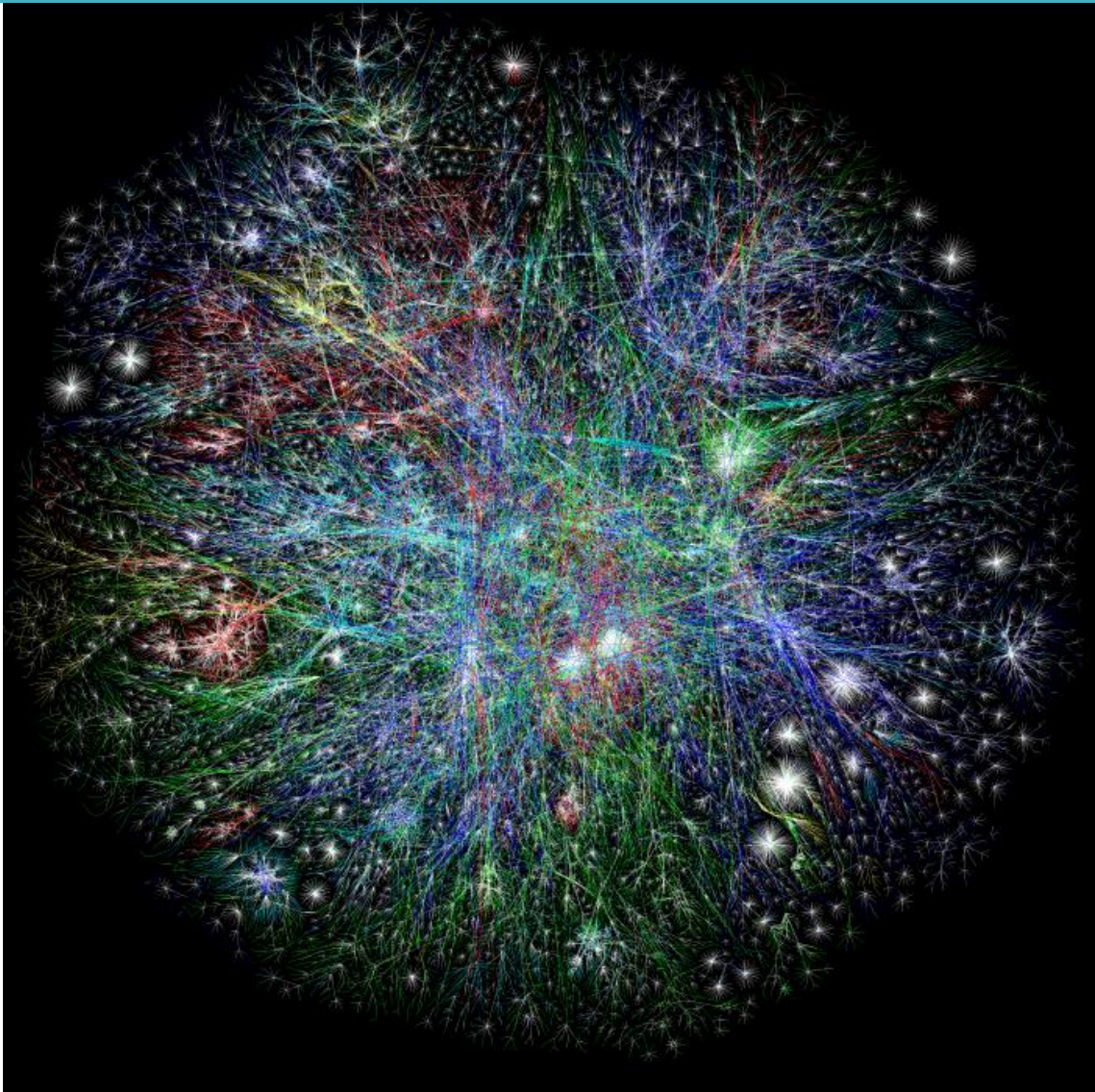


Figura 15. Ilustración del primer mapa de internet realizado en el año 2003 por *The Opte Project* con el motor de gráficos LGL.

Los diferentes colores de las líneas representan los continentes, en donde además se distinguen en cyan las direcciones IP RCF1918, que corresponden a direcciones privadas. La imagen, concebida por Barret Lyon, ilustra el concepto de funcionamiento e interconexiones dentro de los *sistemas de información*. Recuperado en 2014-11-12 de <http://www.scholastic.com/browse/article.jsp?id=3756792>

Hanseth y Monteiro (1997) afirman que los procesos de producción de estándares forman parte del esqueleto interno de la estructura de la información, y que estos estándares no son prefabricados ni de carácter neutral. Como se sostiene en párrafos anteriores, los estándares se encuentran en un proceso de desarrollo constante, y están involucrados en procedimientos e itinerarios que presentan un grado de complejidad elevado y cuya visualización no se presenta, en muchas ocasiones, de modo transparente. Los procesos implícitos en el desarrollo y evolución constante de los

estándares requieren incorporar la posibilidad de destapar la complejidad socio-técnica, que en origen había sido subestimada al integrar, dentro del estudio de las redes de los sistemas de información (IS), la noción de infraestructura de la información. La base empírica con la que se abordan los primeros estudios de la noción, en los años 90, es el análisis de los procesos de estandarización de estructuras de información existentes.

Los primeros análisis de procesos de estandarización, llevados a cabo en los años 90, y que sientan la base de la evolución de los estándares de las infraestructuras de la información, resaltan aspectos relevantes (Monteiro y Hanseth, 1996):

- 1) *Estándares*: Se constituyen, como ya se ha sostenido a lo largo del presente apartado, como la esencia de las *infraestructuras de la información (INI)*. Describen fundamentalmente patrones inter-organizativos de comunicación, además de acciones que por lo usual tienen lugar de manera local en organizaciones de usuarios.
- 2) *La interconexión y enlace entre los elementos tecnológicos y los no tecnológicos*: la interconexión implica que la estandarización o el proceso de diseño de la infraestructura de la información son los que configuran la forma del propio estándar. Las organizaciones precisan, a este respecto, a partir del estándar, participar en el proceso de diseño. Los *actores-redes* de las infraestructuras de la información y el uso de los estándares en las mismas, favorece que los propios estándares se vuelvan fácilmente entidades complejas de difícil manejo.
- 3) *Red socio-técnica*: El estándar no se limita a ser un mero sistema tecnológico, sino que toma la configuración de una red socio-técnica, incorporando los factores técnicos y sociales como una entidad, en línea con la sociología de la traducción.
- 4) *INIs como actores-redes irreversibles*: esto ocurre en la medida en que los estándares se van configurando y transformando en infraestructuras de la información. Una vez completado el proceso de configuración de estándar como nuevo INI, este es irreversible a nivel categórico y operacional.

El contexto en el que se observa la tecnología, a nivel general, desde la perspectiva que se ha descrito en esta sección, permite incorporar las teorías del actor-red como parte de la descripción del marco de implantación, proliferación y usos de la tecnología, a modo de redes. Esta perspectiva incorpora elementos que favorecen el proceso de aproximación al estudio de los usos de la tecnología, siendo las *infraestructuras de la información (INIs)* y los *sistemas de información (IS)* parte de la base argumentativa, con la que se desglosan las teorías que permiten poner el foco en las interacciones producidas en el momento de implementar una serie de tecnologías concretas o metodologías de uso de tales tecnologías.

Las críticas a la *sociología de la traducción* argumentan, por otro lado, que no permite sino un análisis a partir la perspectiva micro-social, de modo que no toma en consideración, por una parte, las condiciones sociales concretas, y por otra, el entorno en las cuales se desarrolla y genera la conexión entre las redes. Además, la perspectiva de visualización de una red como un concepto, bajo la cual los *actantes* no se encuentran separados de las teorías, corre el riesgo de desembocar en una fenomenología compleja, lo que obstaculiza y complica las aproximaciones a su estudio y análisis.

No obstante, en el caso concreto de la implantación y usos de la tecnología, las perspectivas basadas en la *sociología de la traducción* sirve para complementar otras perspectivas que parten de la dualidad que confronta, sin ir más lejos, el *determinismo social* con el *determinismo tecnológico*, de modo que la ontología del actante-rizoma aporta también una perspectiva holística. No obstante, se argumenta, desde el presente trabajo de investigación, que si bien la *sociología de la traducción* o *teoría del actor-red* sirve de instrumento para explicar determinados contextos fenomenológicos en lo relativo a la creación y funcionamiento de redes interconectadas como actantes, se hace necesario explorar aproximaciones que permitan poner el foco en las perspectivas macro y micro, y que permitan, a su vez analizar el contexto de lo social, teniendo a su vez en cuenta los componentes tecnológicos, de modo que la aproximación que se realiza en torno a la *sociología de la traducción* en el presente proyecto de investigación es solamente a nivel teórico, aunque incorpora finalmente conceptos y elementos que sirven de apoyo a la comprensión de la investigación, como las ya mencionadas *infraestructuras de la información (INIs)* y los *sistemas de información (IS)*

### 6.2.3. Aproximación al desencanto de la técnica: Pasaje al status de *objeto ordinario* incorporado a las prácticas sociales.

El proceso de transformación de los contextos sociales a partir de una incorporación de uso de técnicas, métodos y tecnologías, está ligado a una reflexión sobre el propio proceso de uso e implantación, que deriva en la observación no exenta de una visión crítica de la problemática. Dos de los factores que se asocian al proceso de transformación social y de los usos de dispositivos y sistemas con un marcado componente tecnológico son, por una parte, la banalización presente en la sociedad de la información, y por otra, el desencanto de la técnica. Ambas describen un escenario donde el riesgo de alienación es evidente.

Guillemet (2001) observa, dentro de una reflexión en torno al uso de tecnologías como mediadoras de los procesos de creación y adquisición de competencias, entre otros, un riesgo de alienación derivado del uso de elementos tecnológicos, que son implantados en serie. La banalización, producto de esta implantación en serie, sería a su vez el resultado de una lógica productivista por parte de los argumentos que muestran algún

grado de escepticismo en relación a la incorporación de las tecnologías digitales en los contextos sociales, estando en este marco de las tecnologías digitales implícito el uso de los espacios digitales. Bajo esta perspectiva, el operador/usuario, o la persona, sería considerado como un mero consumidor de contenidos, estando despojado en mayor o menor grado de sentido crítico. En este contexto, la cuestión se manifiesta a su vez dentro del discurso político, de modo que la implementación y uso de sistemas de información y tecnologías digitales responde a los imperativos de racionalización productiva, de manera que el uso intensivo de tecnologías digitales en un contexto determinado responde a una lógica que obliga al usuario a responder a las necesidades de mercado en un contexto globalizado.

De una parte, los análisis de los procesos de industrialización llevados a cabo en un contexto de implantación de tecnologías digitales y sistemas de comunicación, ponen el énfasis en la lógica mercantilista que rige el funcionamiento del mercado, en la que el individuo se ve reflejado como un productor/consumidor. La infraestructura ligada a la información y la comunicación, como mediadora de los procesos de transformación de los usos, no se encuentra exenta de estas cuestiones. Se observa en este proceso de transformación, mediado por las tecnologías y los sistemas de información, rasgos que evidencian, en algunos contextos, la lógica de la industrialización y el mercantilismo, como pueden ser la división del trabajo o la codificación de las propias interacciones.

Otro de los aspectos que acontecen en el contexto de implantación y usos de tecnologías es la cuestión relativa a la diferenciación, relativa al significado, entre *herramienta* (en la literatura científica referida como *tool*) e *instrumento*, lo que posibilita una aproximación a la comprensión de los usos de las tecnologías digitales en los diferentes contextos. La diferenciación de conceptos entre *herramienta (tool)* e *instrumento* viene dada por el énfasis en los rasgos particulares que conforman ambas nociones<sup>27</sup>:

1) *Instrumento*: objeto fabricado con vistas a un uso particular, o para ejecutar o favorecer una operación / aparato o herramienta que sirve para efectuar un trabajo, una medida, una operación, u observar un fenómeno determinado. La RAE<sup>28</sup> aporta, además, otro conjunto de definiciones que sirven para la definición de instrumento: Conjunto de diversas piezas combinadas adecuadamente para que sirva con determinado objeto en el ejercicio de las artes y oficios / Ingenio / Aquello de que nos

<sup>27</sup> Las definiciones iniciales de herramienta e instrumento han sido extraídas de TFL, Robert Electronique y ZYMOMYS, realizando una compilación al respecto. Esto es debido, fundamentalmente, a la necesidad de realización de una comparación con la definición que aporta Simondon (1958) al respecto, la cual es anterior a tales definiciones. A posteriori se incorporan las definiciones de la RAE, imprescindibles para su comprensión y aporte de perspectivas según las definiciones aportadas en lengua castellana.

<sup>28</sup> Recuperado en 2014-06-02 de <http://lema.rae.es/drae/srv/search?id=GFuj7yXiBDXX2Ptc0dvE>.

servimos para hacer algo / Aquello que sirve de medio para hacer algo o conseguir un fin.

2) *Herramienta*: Objeto fabricado, utilizado de forma manual, dotado de una forma y de propiedades físicas adaptadas a un problema de producción determinada y que permite transformar el objeto de trabajo según un fin determinado / Objeto fabricado concebido para actuar sobre la materia, ejecutar un trabajo, o producir un objeto / Instrumento destinado a ser sostenido por la mano, que sirve para dar forma a la materia. Las incorporaciones del significado de la RAE son los siguientes: Instrumento, por lo común de hierro o acero, con el que trabajan los artesanos / Conjunto de esos instrumentos.

Simondon (1958), dentro del contexto de su teoría de la individualización, y en una aproximación al uso de las herramientas y los instrumentos, realiza una diferenciación basada fundamentalmente en la prolongación del radio de acción del usuario o por el contrario, permite ampliar la capacidad de percepción. De este modo, la *herramienta* se corresponde con el *objeto técnico que permite prolongar y adaptar el cuerpo para realizar un gesto o una acción determinada*, a su vez que el *instrumento* corresponde con el *objeto técnico que permite prolongar y adaptar el cuerpo para obtener una mejor percepción*, de manera que el instrumento corresponde con una herramienta que permite *mejorar los procesos perceptivos* inherentes al individuo. Dentro de esta perspectiva, algunos objetos se pueden considerar a su vez como herramientas o instrumentos, dependiendo la definición principal de la predominancia de la función, ya sea esta *activa o perceptiva*<sup>29</sup>.

La visión de Simondon en lo relativo a la técnica tiene por foco otorgarle el status que le corresponde en el contexto social, a través de un proceso de profundización en los orígenes primeros de la alienación del individuo en el uso de la técnica. Esta visión incorpora la necesidad de realizar una reflexión filosófica sobre la técnica, atribuyendo a su vez al objeto técnico un estatus ontológico al margen de la visión que lo categoriza como un objeto estético o un ser vivo, de manera que el foco se sitúe en la comprensión del sentido de la génesis.

El aporte esencial del pensamiento de Simondon, al margen de la cuestión filosófica que deriva en una serie de reflexiones en torno a la técnica (y por tanto en lo relativo a la implantación de tecnologías en el contexto actual), es la teoría de la *individualización*, que resalta la importancia de la noción de lo científico en el ámbito de la información, de manera que sitúa los objetos (seres vivos, animales, herramientas o instrumentos) en el mismo nivel gradual de importancia, integrando las ciencias experimentales y las ciencias humanas (entre las que se incluyen las ciencias sociales, incluyendo las ontológicas, las epistemológicas y las metodológicas). La observación intrínseca en la

---

<sup>29</sup> Se observa una concordancia con la idea de Umberto Eco (1988), que otorgaba a los espejos un estatus de prótesis o extensión corporal, dentro del contexto de mejora y prolongación de los instrumentos que posibilitan procesos perceptivos.

teoría de la individualización pone el foco en las condiciones que permiten que el individuo mantenga su estatus propiamente individual. Esto es posible a partir de un análisis del conjunto de interrelaciones que intervienen en el proceso de individuación. Esta observación permite contemplar al individuo como realidades de carácter transindividual o interindividuales, más que como objeto particular aislado de la realidad de la que forma parte, de manera que se posibiliten la vías de conocimiento de las relaciones fundamentales del ser humano con el mundo.

Las teorías de Simondon a menudo son confrontadas por la idea dual que categoriza otras corrientes de reflexión, que en no pocas ocasiones focalizan una dualidad enfrentada en la que podríamos encontrar conjuntos de aparentes opuestos tales como la *contemplación-acción*, *teoría-práctica* o *diversión-trabajo*. Dicho enfoque dual no es contemplado por la teorías de individualización postuladas por Simondon, ya que, según argumenta, lo que define el objeto el funcionamiento operacional más que el carácter utilitario en sí, de manera que en tal contexto no puede observarse esa dualidad sino un ente operacional conjunto.

La reflexión en torno a la incorporación y uso de la técnica y la tecnología, desde esta perspectiva, que fue formulada después y a partir de las corrientes de pensamiento existencialistas, da lugar a dos ideas significativas, que tienen relación con el contexto de alienación proveniente del marxismo, y que ha sido tratado también por Marcuse () en relación a la alienación propiciada por los medios de comunicación masivos, el consumo, y la tecnología, argumentando a su vez la obsolescencia del concepto de libertad del individuo. Estas dos ideas son el *humanismo difícil* y el *desencanto de la técnica*.

La idea fundamental postulada es la de integrar todas las ciencias experimentales y humanas en una sola conciencia (*humanismo difícil*), que pueda servir de base teórica para la construcción de un sentido de humanidad, fundamentada en la naturaleza biológica de nuestro entorno<sup>30</sup>, entorno constituido por una naturaleza preservada y las transformaciones mediadas por los avances y la incorporación de la tecnología, observados en un contexto de espacio-tiempo existencial. Dentro de este contexto de pensamiento se encuentra al mismo tiempo la determinación de volver al ser humano natural.

El enfoque en esta perspectiva reflexiona en torno a la alienación bajo estas dos premisas, teniendo al mismo tiempo como base fundamental desde postulados que encuentran su relación con el pensamiento cartesiano, donde el hombre es considerado

---

<sup>30</sup> A lo largo del presente trabajo de investigación se le va a otorgar especial importancia al contexto del entorno, en lo relativo a la integración de las actividades del individuo. En este aspecto, el continuo de la virtualidad puede ser observado como un conjunto de entornos de fronteras difusas que pretende ser objeto de una reflexión en torno a su integración natural en los contextos de acción y observación (incluyendo la investigación) del individuo.



como una máquina compuesto de un mecanismo. Esta idea hace una separación, a su vez, del *espíritu (lo que piensa)* del *autómata (el cuerpo)*<sup>31</sup>, en lo que en la lógica cartesiana se denomina *dualismo metafísico*. El hombre constituye, a raíz de esta perspectiva, como un ente que habita en un universo mágico, donde existe la herramienta, pero no la técnica. El humanismo difícil reflexiona en torno a la ruptura de la dualidad *pensamiento-autómata*, en ese universo mágico en el que habita el ser humano, donde la herramienta se convierte en pasaje entre el mundo natural (la naturaleza) y el mundo humano.

Esta reflexión aborda a su vez un punto relativo al concepto de la separación de la técnica de la magia en el pensamiento occidental, en el que la física es la base fundamental del conocimiento empírico experimental moderno, dado que la verdad de la humanidad occidental moderna se fundamenta en la ciencia, según las corrientes mecanicistas, que son parte del fundamento del método científico para las ciencias experimentales. La separación de la magia de la técnica que ya postulaba el pensamiento cartesiano, se basa en los principios de observación y repetición, de manera que la técnica, a diferencia de la magia, parte de la base de la repetición de los acontecimientos para analizar las condiciones en que se producen. Si bien el pensamiento científico supone la base del conocimiento, este aporta a su vez una reflexión en torno a la alienación producida por la técnica.

El *desencanto de la técnica* también es observado, desde la perspectiva que se enfoca en el presente apartado, como una especie de proceso en el que se encuentra implícita la alienación. Uno de los aspectos fundamentales implícitos en la técnica, que, como hemos podido ver, lo diferencia de lo que se denomina en el contexto precartesiano como *magia*, es la repetición. La idea misma de repetición se encuentra asociada tanto a la técnica y como al método científico, siendo un ejemplo, en el primer caso, las cadenas de montaje de la era industrial, que producen manufacturados en serie, y en el segundo caso, en la observación de fenómenos que se dan en la naturaleza de manera sucesiva, requisito indispensable para elaborar una ley dentro del contexto del método científico. La alienación, descrita ya por Marx y Engels en el contexto del materialismo histórico (en Ollman, 1976), es producida, en relación al contexto del uso de la técnica y la tecnología, por la focalización. Con la llegada de la producción en serie fruto de la industrialización, se produce lo que se denomina alienación fisisicológica, en la medida en que el ser humano sufre una transformación en la que deja de ser el centro de gravedad de desarrollo de la técnica, pasando a ser un mero ejecutor mediado por la máquina. La recuperación de la propia humanidad se produce entonces cuando la máquina obtiene su propia autonomía, liberando al ser humano de la condición alienante que a priori sería producida en relación a la mediación de la técnica. Esta visión implica la necesidad de un proceso de reflexión dentro del contexto de implantación y usos de la tecnología y la técnica, en la que elementos como la

---

<sup>31</sup> Las ideas de Simondon pretenden hacer una ruptura con ese dualismo, como se observa en párrafos anteriores.

educación, las artes, la creación o la propia tecnologías, sean abordados desde puntos de vista que vayan más allá de considerarlos meros productos de consumo. En el contexto actual es observable un enfoque en el que la tecnología es tratada como un mero producto de consumo, aunque existan otros enfoques, sustentados en bases teóricas ligadas a la *filosofía de la técnica*, que percibe la tecnología como una herramienta para la producción en un contexto donde la tecnología es social, siendo una reproducción del pensamiento humano, y que sirve para crear marcos conceptuales y contextos.

El escenario en el que se encuentra la *persona* o el usuario de la tecnología, en el marco de implantación relacionado con el acceso a los medios digitales, del que forma parte el continuo de la virtualidad, constituye un escenario de distribución de la información, cuyo exponente más relevante son las redes y los sistemas de información. Es observable a este respecto la existencia de un conjunto de tecnologías (técnicas), en el que el usuario, en numerosas ocasiones, no se encuentra el uso de la técnica, lo cual genera problemáticas en lo relativo a llevar a cabo procesos de implantación y de uso natural de la tecnología. Ello tiene relación con el contexto y los procesos de industrialización de la información, las aproximaciones al fordismo y al post-fordismo, existiendo al mismo tiempo aproximaciones en lo relativo al uso natural de la tecnología, como es la experiencia de usuario y la interfaz de usuario, cuyo contexto se trata en otras secciones del presente proyecto de investigación.

## Alienación en el contexto de distribución de la información en los espacios virtuales: La Hiperactividad Improductiva

La *hiperactividad improductiva* constituye uno de los exponentes más relevantes que ilustran parte del desencanto de la técnica y el fenómeno de la alienación, ligado al marco de la sociedad de la información y las tecnologías digitales. En este contexto, el uso de la técnica se encuentra desligado de la función principal de la herramienta, produciendo un efecto adverso: la falta de objetivos concretos en un proceso de uso que ocupa la mayor parte del tiempo del usuario, sin que este obtenga resultados concretos, o estos queden diluidos<sup>32</sup>.

Teniendo como causa dos factores fundamentales, y siendo el más evidente la proliferación de la información, se produce un fenómeno de banalización de la información, que lleva implícita la reproducción de ese proceso en la propia tecnología, ilustrando la idea de desencanto de la técnica expuesta por Simondon (1958). El segundo factor que lo produce, es la relativa facilidad de acceso a los contenidos, lo que hace que el puente o la conexión entre un contenido y otro sufra un proceso de simplificación, de modo que se produce la paradoja de que el usuario se encuentra inmerso en una red de interconexiones compleja (cuyos nexos de red son simples), que

---

<sup>32</sup> Ver *Código Fuente Audiovisual* de Marta Peirano



## 6. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DE LA CUESTIÓN

le impide fijar un objetivo concreto. El resultado del trastorno de la hiperactividad improductiva es que el usuario incorpora a su actividad las mismas características de las que se componen las redes digitales y los espacios virtuales, que derivan en componentes como la superficialidad, la inmediatez y la distracción.

## 6.2.4. La Industrialización de la Información: Foco en contexto del fordismo y el postfordismo



Figura 16. Ilustración del dibujante Arthur Radebaugh aparecida en la edición de *Closer Than We Think* del 5 de Mayo de 1958.

En ella se muestra una escuela pública (*PushButton School*), en una proyección hacia un futuro desde una perspectiva *tecnológicamente optimista*, recurrente dentro de un contexto de posguerra. Según esta proyección, la tecnología, implantada en serie, vendría a solventar un problema falta de capital humano (profesores), debido a una hipotética masificación de las aulas a causa del *baby-boom* de los años 50.

El Dr. Simon Ramo, miembro de la facultad de ciencias del California Institute of Technology, imaginaba este tipo de escuelas masificadas, donde los profesores serían meros orientadores y el dispositivo con el que interactuaría el alumno les permitiría avanzar de manera personalizada en el aprendizaje. Los progresos serían a su vez registrados por una máquina y revisados por profesores especializados, que contarían a su vez con personal de apoyo que complementarían las tareas de aprendizaje.

El término con el que se denomina este tipo de ilustraciones del pasado que muestran futuros altamente tecnificados se denomina *paleofuturos*, Recuperado en 2014-06-02 de [paleofuture.com](http://paleofuture.com).

Si se observa la industrialización de la información como la serie de implantación de procesos y métodos, a través de los cuales vamos a obtener productos, cuyo proceso de producción los permita elaborarlos de manera de una manera determinada,

## 6. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DE LA CUESTIÓN

relacionado con la mecanización, la estandarización de la producción y la propia producción en serie, es posible resaltar que el fenómeno, que se viene produciendo en la industria desde la revolución industrial, en un primer momento, y a partir del fordismo en un escalafón posterior, fue incorporado, a partir de un momento determinado al ámbito de la información y la comunicación. La industrialización se define, bajo estas premisas y dentro de un consenso general, como la creación y mejora de los estándares, que permitan producir productos que sean susceptibles de réplica en un proceso de elaboración y fabricación masiva, que permita reducir los costes de operatividad. De tal manera, se puede observar la industrialización como la racionalización de los medios productivos para responder de manera eficaz a las necesidades que han sido identificadas después de una serie de procesos de observación y análisis.

No se puede desligar la idea de industrialización a día de hoy, tal como se conciben los procesos de producción (procesos de producción en cadena, en un primer lugar), del fordismo, a partir de la producción en cadena del Ford T, y del postfordismo, surgido a raíz de los cambios sufridos en la industria en el contexto de la crisis del petróleo de 1973, aunque fuera un proceso de transformación paulatino que comenzara en los años 70 y al que habrían evolucionado las sociedades globalizadas actuales. De hecho, la fase de desarrollo identificada en el postfordismo, surgido a partir del contexto de crisis energética que tuvo un impacto relevante en la industria, es identificada con un cambio en la metodología en la producción, lo que se viene a denominar toyotismo. En cierta medida, se produce una identificación del postfordismo con el toyotismo, los cuales ayudan a explicar el contexto de producción y que posteriormente ha sido aplicado a los ámbitos de la información y la comunicación, en un contexto de proliferación de mass media, en primer lugar, y de implementación, en las dos últimas décadas, de tecnologías que permiten acceder a entornos virtuales con un grado determinado de interactividad.

La industrialización es concebida como un proceso llevado a cabo a lo largo de décadas, a través de la cual se han realizado estudios trasversales que ponen el foco en la problemática de un nuevo contexto en el cual se describe un fenómeno de alienación, tal como el que se ha descrito en el contexto de uso de la tecnología. Peters (1967, 1989, en Guillemet, 2004) describe el fenómeno de la alienación en un contexto industrial, y alerta del riesgo de manipulación que existe en las sociedades fruto de los fenómenos industriales. Dentro del contexto de industrialización que ha dado lugar a los usos y hábitos de la sociedad actual, son estos los que demarcan los fenómenos de innovación y de implantación de tecnologías. De hecho, incluso después de la superación por parte de la industria del modelo fordista (y taylorista), hay perspectivas que proponen la construcción de una sociedad pedagógica y basada en el conocimiento, en base a modelos tomados directamente del fordismo (Guillemet, 2004), donde se produzca una intersección entre los campos económicos, social y cultural, y que tenga en cuenta dos premisas principales: 1) la *inspiración en las industrias*

*culturales*, a partir de la presencia simultánea de una intensidad dinámica de los procesos implicados en la industria, con una organización del trabajo y la presencia de tecnologías, y 2) *tecnologización y racionalización*, incorporando una nueva dimensión que tiene relación con la ideologización de los actores implicados. El marco teórico que propone Guillemet, está relacionado con los usos y los procesos, y los nuevos territorios industriales, desde los cuales se enfoca la implantación de tecnologías es el que las concibe como nuevas posibilidades.

Los territorios industriales que se inscriben dentro de los contextos de la comunicación y la información también plantean la cuestión relativa a los límites económicos y a las características propias de los usuarios a los que van dirigidos, en donde se abordan cuestiones como la usabilidad o la interacción persona-computadora (HCI), que evoluciona pareja a la capacidad de los dispositivos y el desarrollo de sus interfaces. Guillemet (2004) enfoca la cuestión relativa a la técnica, en la que proyecta, al respecto de la implantación de la técnica derivada de procesos industriales y estándares en diferentes contextos (en el caso específico de las ciencias de la educación). La cuestión que se plantea estaría más próxima a una *industrialización en la formación*, más que una *industrialización de la formación*.

La aproximación sociológica relativa a la adopción de la tecnología en un contexto planteado en el presente apartado, se encuentra en línea con aproximaciones derivadas de los *modelos de aceptación de la tecnología* de Davis (TAM) (1989) y Ventatesh y Davis (2000). Esta aproximación tiene igualmente en cuenta los factores de adopción, pero considera a su vez la relativa facilidad de aprendizaje que aportan a priori el uso y la adopción de tecnologías en los contextos relativos al aprendizaje y la formación. Este razonamiento argumenta que las posibilidades de interacción, colaboración y participación, pueden ser diferentes o semejantes a los estilos de aprendizaje, observándose a su vez la reticencia de una parte de la sociedad a utilizar los dispositivos que permiten acceder a espacios digitales e interactuar con ellos.

La cuestión que se viene examinando se encuentra en relación a cuando se habla en términos de industrialización: en el contexto actual se continúa argumentado en términos fordistas en no pocos ámbitos, tal como el que se viene observando, contemplando metodologías exportadas directamente del modelo fordista, de manera que se precisa un enfoque global que explique la evolución del contexto socio-económico desde la crisis del petróleo de los años 70, a partir del auge del denominado postfordismo, o, según otras aproximaciones, el toyotismo. Estos enfoques a nivel general posibilitan la comprensión de los contextos donde se han adoptado estrategias particulares en torno al uso de la técnica, sobre todo en relación a los métodos de interacción e implantación, que incorpora el comportamiento del usuario, en la medida en que este, teniendo en cuenta los rasgos particulares e indispensables de cada individuo, es contemplado como un derivado de la cultura y del *zeitgeist* en el que se ha desarrollado.

## 6. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DE LA CUESTIÓN

Los procesos sociales que mueven los pilares de las sociedades post-industriales nos permiten, a día de hoy, distinguir fácilmente entre los fenómenos asociados a la industrialización. Ya se ha mencionado en párrafos anteriores el surgimiento del toyotismo y del post-fordismo posteriormente a la crisis del petróleo del año 1973, en un proceso en el que paulatinamente los trabajadores de cuello azul (*blue collar workers*) van siendo reemplazados por los trabajadores de cuello blanco (*White-collar workers*), en una implicación de cambio de modelo productivo que parte desde la primacía del trabajo manual en las cadenas de producción industriales (*trabajadores de cuello azul*) a un modelo en el que el exponente de la productividad se refleja dentro del espacio de las oficinas y los despachos en los que el personal realiza tareas relacionadas con la administración (*trabajadores de cuello blanco*).

Dentro del contexto de las relaciones de producción industrial, existen aproximaciones que incluyen el toyotismo como una corriente relativa al postfordismo, en donde en muchos casos es posible encontrar la convergencia. El desplazamiento del fordismo como modelo de referencia en la industria productiva en cadena viene propiciado por la implantación de los modelos productivos, que se vienen dando desde una década antes en algunas regiones del contexto Asia-Pacífico, más concretamente en Japón, Taiwán o Corea del Sur, a las que más tarde se incorporarían países del sudeste asiático y parte de China. Este desplazamiento del fordismo, como modelo de referencia a nivel global, también lleva, a su vez, implícito un desplazamiento de la metodología, y no solamente en la propia producción industrial, sino también en lo relativo al desplazamiento del propio sector secundario (industria) por el sector terciario (servicios). Ello implica el traslado geográfico de la industria y el cambio de metodologías en contextos geográficos y países que han ido reduciendo el sector industrial en detrimento de la implementación de la rama del sector terciario.

El postfordismo, y más particularmente, el toyotismo, implican por ello una serie de transformaciones en los modelos de relación laboral y de producción de bienes y servicios, que en el marco de referencia actual se encuentran ampliamente implantadas. Se pueden observar dentro de estos fenómenos dos aspectos fundamentales, que son: 1) la implantación y generalización de la denominada *flexibilidad laboral* y 2) la *reducción de costos de producción y distribución*. Estos dos fenómenos relativos al postfordismo y al toyotismo, y que son observados desde una perspectiva general, implican a su vez elementos vinculados a los propios modos de producción y la transformación de las metodologías de relación laboral y colaboración entre el trabajador y la empresa. Los fenómenos observados a este respecto incluyen *estímulo sociales y alicientes económicos (o de otra índole) por objetivos*, implementación del sistema *just in time* (donde el aceleramiento de la demanda ajustaría la oferta de modo que se produjera una situación de denominado *stock 0*, lo que reduciría de manera exponencial los costos de almacenaje). También son característicos de estos modelos la fabricación de productos dirigidos a públicos y targets concretos, de manera que se

proceda al desarrollo de una cantidad más reducida de productos más diversificados<sup>33</sup>, a diferencia del modelo de producción fordista, que optaba más por la estandarización de la producción y del target final del producto.

El propio estatus del trabajador también sufre una transformación importante, de modo que se pasa de una especialización del trabajador en el contexto de la cadena de montaje a una diversificación de tareas, de modo que se produce un solapamiento de responsabilidades y de funciones entre los trabajadores, cuya deriva, en el contexto actual, puede ser observada en ciertos procesos de trabajo y en distintas áreas, como una aproximación y una implantación a la transdisciplina.

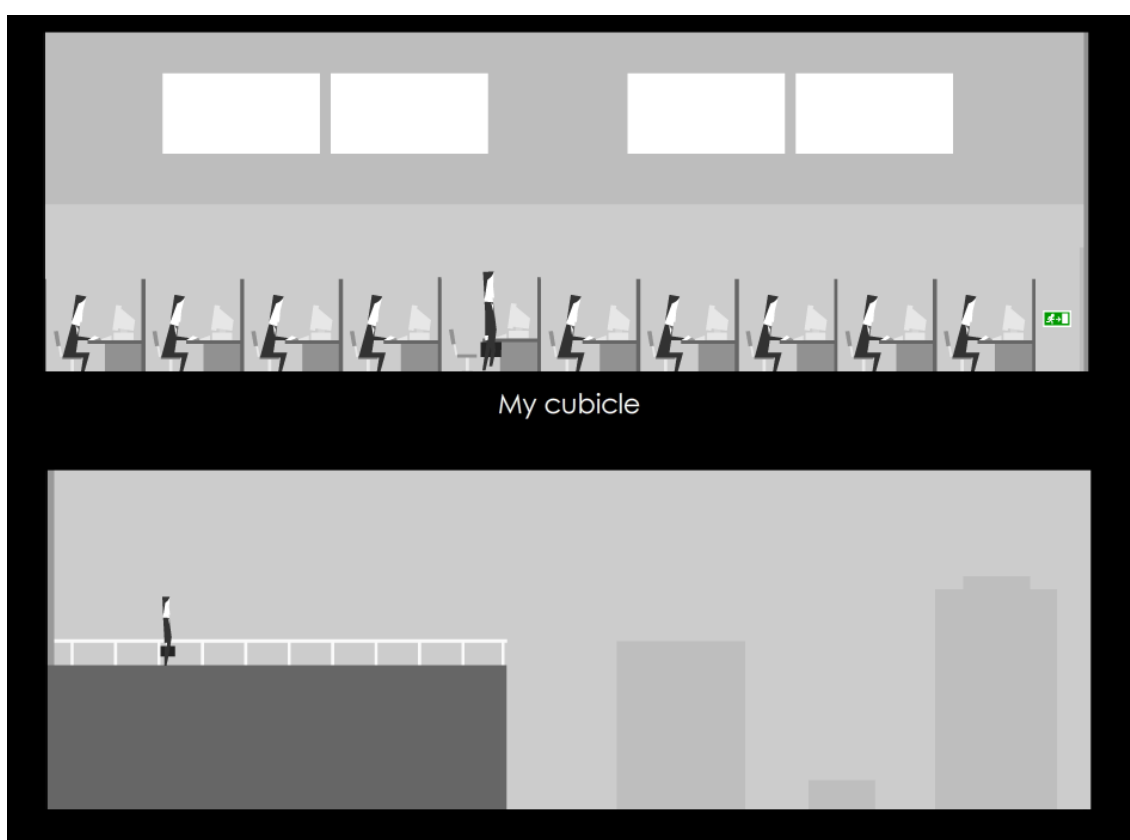


Figura 17. *Everyday the Same Dream*, videojuego desarrollado por el estudio underground *Molleindustria*.

El juego interactivo supone una reflexión, a partir de la utilización de un lenguaje visual hierático y monocromático y de un sistema de acciones próximo al minimalismo, sobre la temática de la alienación en un contexto en el que un personaje desprovisto de identidad es una figura retórica del trabajador de cuello blanco, exponente de las relaciones de trabajo y producción implícitas en el postfordismo. Extraído de <http://www.molleindustria.org/> en 2014-07-10.

<sup>33</sup> Un fenómeno derivado directamente del contexto postfordista de distribución de los productos, y que ha surgido al amparo del desarrollo de tecnologías digitales e internet ha sido el denominado como de *Las Largas Colas (The Long Tails)*, acuñado por Anderson en 2004.

## 6. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DE LA CUESTIÓN

En lo relativo al espacio e producción industrial, cabe destacar la minimización del uso del espacio industrial (lo que la reducción de la operatividad industrial de manera que el coste de producción sea menor), la deslocalización geográfica de industrias, o la adaptación de la producción a la demanda, con el fin de aproximarse al objetivo del stock 0. Estos fenómenos tienen, a su vez, su vinculación con el auge de las empresas de servicios en los países que han sufrido la deslocalización de la industria (y en los que prima el sector terciario), siendo tales empresas comercializadoras de productos o de servicios (que son producidos de manera física en los países a los que se ha trasladado la industria), encontrándose su función más cercana a la comercialización de productos (marketing), la administración o la organización, y cuyos rasgos más diferenciadores son la *flexibilización* de la producción (con la consiguiente *flexibilización* de la mano de obra) y la descentralización de ambas, así como la producción en red.

El análisis racional de los procesos de producción y del trabajo proviene, no obstante, del *taylorismo*, en la medida en que se hizo necesario aplicar el método científico a la organización del trabajo, en pleno auge del incremento de la producción industrial, de manera que fuera descompuesto en partes, con el fin de reconducirlo a un proceso de racionalización (Taylor, 1911). El taylorismo supone de este modo una de las primeras aproximaciones a la racionalización de la producción industrial, que permite fraccionar los esquemas conceptuales que dividen los procesos industriales, para posteriormente proceder al siguiente paso natural en el proceso, que sería una división de las tareas, dando lugar a un contexto fordista de producción, tal como se viene describiendo.

En lo relativo a los procesos y métodos con los que se producen la implantación de tecnologías en diferentes ámbitos, observada desde la perspectiva que aporta Guillemet (2001), el contexto en el que se observa la implantación procede en gran medida del proceso de evolución del taylorismo hasta el fordismo y posteriormente el postfordismo y el toyotismo, estrato que ayuda a explicar la mayoría de contextos geográficos y socio-económicos en los que se encuentra la evolución de la industria. Los contextos interdisciplinarios que son descritos en el postfordismo, en relación la implantación del trabajo en equipo, y la concepción del trabajador como un operario capaz de desarrollar varias funciones, así como el fin de la división del trabajo propiamente dicha, reflejan a su vez una intersección producida en las áreas del conocimiento relacionadas con la economía, las ciencias sociales y las industrias culturales. No obstante, estas mismas aproximaciones (en Guillemet, 2001) reflejan precisamente las particularidades del contexto educativo, que ha visto cómo en una fracción ha sido transformado por los usos y métodos propios de la sociedad de mercado, y que ha sufrido un proceso de industrialización, siendo de relevancia, al mismo tiempo, remarcar que los usos sociales, las costumbres y hábitos del usuario, así como la naturaleza con la que se producen las interacciones con los dispositivos, ejercen una notable influencia en la forma en que los dispositivos tecnológicos que permiten acceder a espacios virtuales, han sido o están siendo implantados en diferentes contextos.

La implicación de las tecnologías de la información y la comunicación, y la importancia de los perfiles que se encuentran próximos a las disciplinas relacionadas con el STEM, dentro del contexto industrial y post-industrial de comienzos del siglo XXI, permiten encontrar analogías a través del desplazamiento del polo y los ejes del cuadro socio-económico e industrial, en el que ciertos sectores de la propia industria son observados como el pilar en el que se apoyan los procesos de producción. Esto se ve reflejado en papel que ejercen las profesiones relacionadas con la informática, la ingeniería de las telecomunicaciones y la seguridad informática, que se encuentran a su vez en el contexto de las disciplinas STEM. Por ello, el desplazamiento del trabajador de cuello azul, como centro del sistema productivo en el modelo fordista, hacia un modelo en el que el centro del sistema de la fuerza de trabajo lo representa el trabajador de cuello blanco, es reflejado en acontecimientos que tienen reminiscencia en ciertas analogías con la era fordista, y que si bien parecen inusuales, evidencian el traslado de centro de gravedad de la fuerza productiva y de la mano de obra en el contexto socio-económico de comienzos del siglo XXI. Como bien afirma Rosa (2013): "los informáticos son a la revolución tecnológica lo que los mineros eran a la revolución industrial. Un pilar central, imprescindibles para el desarrollo económico"<sup>34</sup>.

Es este cambio de centro de gravedad del modelo productivo lo que a su vez aporta un marco de reflexión en lo relativo a la forma en que se produce un proceso evolutivo de la propia tecnología, que es objeto de estudio abordado por un número amplio de disciplinas, y observándose una implantación generalizada de tecnologías digitales, dispositivos y accesos a entornos virtuales, proceso de implantación que va acompañado de una reflexión teórica desde áreas en apariencia tan heterogéneas como la filosofía, la historia, la medicina, las ciencias de la educación y las ingenierías de sistemas. Es bajo esta perspectiva, ampliamente arraigada por otra parte en la literatura científica y especializada, desde la cual se considera a las tecnologías como *posibilidades*, en la medida en que las aproximaciones teóricas tienen como punto de partida el estudio del potencial que ofrece, para luego evaluar el contexto en el que se implantan. De esta manera, la retroalimentación entre los usos de las tecnologías digitales, los progresos en el área de la usabilidad y la interactividad, la capacidad de implementación tecnológica en campos concretos, y la interacción con otras disciplinas suponen, cuando se visualizan de manera conjunta, el contexto a través del cual se

<sup>34</sup> El artículo, que lleva por título *Los informáticos salen de la mina*, hace referencia las huelgas mantenidas por trabajadores de la áreas de la informática y las telecomunicaciones a comienzos de siglo XXI, y describiendo la analogía que supone el rol en el sistema económico-productivo de los profesionales de las tecnologías digitales en un contexto postfordista con el de ciertos sectores de larga tradición sindical en el contexto fordista (trabajadores de cuello azul, y en el caso particular en que se cita, los trabajadores de las minas), y que tiene su origen en la revolución industrial.

Recuperado en 2013-12-15 de [http://www.eldiario.es/zonacritica/informaticos\\_mineros\\_huelga\\_en\\_HP\\_6\\_137946231.html](http://www.eldiario.es/zonacritica/informaticos_mineros_huelga_en_HP_6_137946231.html)



producen avances significativos exponenciales en diferentes áreas del conocimiento y de la investigación, así como en la propia concepción y orientación de la tecnología.

Es en tal contexto en el que se exploran áreas que se encuentran relacionadas con la implantación de las tecnologías y los espacios virtuales, incorporando temas que suponen el objeto de estudio del presente trabajo de investigación, y que se encuentran próximos a la concepción, la configuración y los usos de los espacios, físicos o virtuales, que conforman el continuo realidad virtualidad. A su vez, es significativo remarcar las áreas en las que se produce la innovación en el contexto de principios del siglo XXI, en el que la evolución en el primer decenio ha sido significativa, y donde se puede observar un crecimiento exponencial del uso de la tecnología, de su implantación, de su expansión a nivel geográfico y su permeabilidad a nivel social.

Por ello es importante reflexionar en torno a la posibilidad de la existencia en un contexto posterior al postfordismo, en el que se estarían adentrando las sociedades a comienzos del siglo XXI, y en el que cabe resaltar una suma de fenómenos relevantes que estarían protagonizando dicha transformación: el auge del consumo colaborativo; la accesibilidad, relativamente asequible, a los dispositivos que permiten la conexión a tecnologías digitales; el software distribuido *open source* y el software libre, incluyendo las licencias GNU; las redes entre pares o P2P; el hito de la impresión 3D bajo diferentes formatos y con una amplia gama de materiales; la implantación generalizada de motores de juegos; el potencial de cada individuo de ser visualizado, gracias a las redes sociales, en los espacios virtuales interconectados; el uso generalizado de la realidad virtual y aumentada en contextos heterogéneos, tales como la reconstrucción del patrimonio histórico-artístico, la ingeniería o las ciencias médicas; el surgimiento de vertientes en las áreas de las artes y el diseño, como el new media art, o el arte generativo; las largas colas o *long tails* (Anderson, 2006); el hardware libre, que tiene como exponentes al microcontrolador *Arduino* o la impresora 3D *RepRap*; y el internet de las cosas, que permitiría interconectar los objetos físicos dentro de la red. Esta serie de fenómenos permite situar el foco en una transición paulatina hacia un marco de convergencia inédito, donde el sistema económico-social sufre una serie de profundas transformaciones que alejaría los sistemas de producción y consumo del contexto postfordista, y cuyas implicaciones son objeto de estudio, en la literatura científica y especializada, al mismo tiempo por las ciencias sociales, las ciencias económicas, las humanidades, y las ciencias de la comunicación, en una aproximación teórica a la descripción de tal contexto.

### 6.2.5. Una aproximación al marco socio-económico subsiguiente al postfordismo: *La sociedad de coste marginal cero y el procomún colaborativo*.

La emergencia de todos los fenómenos tecnológicos referidos, es descrita, en la literatura científica y especializada, como inductora a una transformación del modelo económico que tiene su máximo exponente al *procomún colaborativo* (*Collaborative Commons*) y la reducción de los costes marginales de la producción de un bien o servicio gracias a la propia tecnología (Rifkin, 2014). Este *coste marginal cero*, si bien había sido anticipado por economistas en décadas anteriores, es impulsado por la revolución tecnológica inherente a los fenómenos que han sido descritos. De esta manera es la propia tecnología la que hace que el coste económico de los bienes y servicios se reduzca impulsada por el consumo colaborativo, que incorpora fenómenos como el *do it yourself* (*DIY*). Este consumo colaborativo tiene a su vez un vínculo significativo con la filosofía *peer to peer* (*P2P*), donde el argumento principal esgrimido es que los recursos digitales, como la información o el código, no son competitivos (Bauwens, 2005), en la medida en que son susceptibles de ser reproducidos, a priori, en un contexto cuya única limitación puede ser el ancho de banda, la memoria de almacenamiento de la CPU, o la memoria RAM, de modo que el hecho de que un número de personas accedan a un recurso digital de licencia libre, no implica la privación de ese recurso a otros individuos.

La vasta infraestructura tecnológica emergente, dentro del contexto subsiguiente al postfordismo, posibilita que los recursos marginales, aquellos que se encuentran infrautilizados debido al exceso de producción, sean incorporados al *procomún colaborativo*. En el marco socio-económico de comienzos del siglo XXI, se observa una cantidad notable de recursos que no se encuentran sometidos a las fuerzas de mercado, lo que posibilita que, gracias a tal infraestructura tecnológica anteriormente descrita, exista el potencial de que puedan ser incorporados al *procomún colaborativo*, de modo que la propia tecnología retroalimenta la disponibilidad y accesibilidad de recursos materiales a un coste económico relativamente bajo.

Rifkin (2014) argumenta que esta vasta infraestructura, que tiene una vinculación implícita con fenómeno denominado *internet de la cosas* (*IoT*), que sería uno de los agentes de transformación socio-económica, en un proceso paulatino de transición hacia una economía híbrida, que combinaría factores derivados del modelo de la economía de mercado con otros implícitos en el *procomún colaborativo*. La incorporación del *coste marginal cero* a los procesos de intercambio de bienes y servicios en una sociedad, en la que una cantidad ingente de usuarios interconectados

(*prosumidores*), transfieren, a través de dispositivos tecnológicos y redes, una fracción de su actividad económica al procomún colaborativo, y en donde el capital social adquiere una importancia equiparable a la del capital económico, da lugar a un marco socio-económico que tiene como uno de los principales exponentes lo que Rifkin describe como una *productividad extrema*.

Las interconexiones que permite la disponibilidad tecnológica subyacente al marco socio-económico de los dos primeros decenios del siglo XXI, que permite visualizar como un exponente relevante el fenómeno del internet de las cosas, describen un marco en el que las fronteras entre lo físico y lo virtual se vuelven más difusas y pasan a formar parte de un nuevo escenario, en el cual elementos tales como los servicios físicos o la energía se incorporan al procomún colaborativo, y en el que el convergen, dentro del *internet de las cosas*, el transporte, las comunicaciones, la energía, los objetos de uso cotidiano, o el conocimiento, como bienes intercambiables.

Las áreas que están siendo afectadas por la irrupción de este nuevo escenario de producción-consumo son: el transporte, a partir del uso colectivo de bienes como el automóvil (lo que permitiría un uso eficiente de la energía y la reducción de emisiones); la fabricación de objetos cotidianos, impulsada por el auge de las impresoras 3D – como la mencionada *RepRap* o la *MakerBot*, lo que a la vez que ahorra recursos de transporte, permite enfocar el reciclaje de materiales como una forma de producción de nuevos objetos; los bienes inmuebles, de manera que una interconexión de los usuarios permita compartir viviendas que se encuentren vacías o infrautilizadas; la energía, donde un sistema de interconexión inteligente, fundamentado en el *big data* y en el *internet de las cosas*, permita compartir energía entre diferentes usuarios, producida a través de diversas fuentes sostenibles, y distribuida de una forma que se aproxime a ese coste marginal cero, de manera que se produzca un aumento exponencial de la eficiencia.

El contexto en el que se engloba el procomún colaborativo, si bien se fundamenta en los fenómenos descritos, que funcionan en un entorno socio-económico donde los *prosumidores* comparten bienes, servicios e información, además de actividades, en una dinámica en la que son observados procesos y acciones de naturaleza colaborativa, que dejan las dinámicas competitivas en un segundo plano, el denominado *valor de intercambio* de la sociedad de mercado está siendo sustituido, en algunos espacios, por el *valor de colaboración* (Rifkin, 2014), en un fenómeno de sinergia en el que el total es mayor que la suma de las partes, y que posibilita la visualización de escenarios a corto y medio plazo de la evolución de las tecnologías, de los procesos mediante los cuales dichas tecnologías se van implantando, y las áreas en las que se observa una convergencia de fenómenos relacionados con los postulados que son objeto de reflexión en el transcurso del presente trabajo de investigación.

## 6.2.6. Transformaciones de la relación con la tecnología en el contexto de la cultura digital

La cuestión relativa al uso de las redes, los espacios digitales, y, específicamente, el uso de internet, es, en el contexto actual, objeto de debate en lo relativo a la configuración de un marco teórico que reflexiona en torno a la transformación social y comportamental al interactuar con la tecnología, los espacios digitales, la realidad virtual, e internet. Si bien a lo largo del presente trabajo de investigación se exponen los fenómenos que permiten observar una serie de transformaciones sociales, económicas, culturales, tecnológicas, e incluso políticas, a través de las interacciones con los diferentes niveles y grados relativos al continuo de la virtualidad, existen una serie de trabajos teóricos que señalan un proceso de transformación directamente en los procesos y los flujos de pensamiento de los individuos, que, si bien es necesario contar con más estudios empíricos, forman parte del *mainstream* de la literatura especializada en lo relativo a la interacción de los individuos con los espacios virtuales, especialmente con internet, ya que los flujos de acceso e interacción con la información disponible en la red, si bien se encuentran generalizados, poseen ciertos rasgos particulares que en el contexto actual se diferencian de las interacciones producidas a través de la realidad mixta o la inmersión propia de la realidad virtual. Sin entrar en las particularidades de internet en concreto, ya que no forma parte de la temática del presente estudio de investigación, es, no obstante, reseñable conocer el marco teórico de los efectos de las interacciones producidas con el espacio virtual, de modo que se pueda incorporar información para la mejora de los procesos de experiencia de usuario (UX) y se optimice el desarrollo y diseño de las interfaces de usuario (UI) en relación al continuo de la virtualidad.

Cabe por tanto señalar la relevancia de estudios y publicaciones que estarían enmarcados en una línea *tecno-pesimista* o *tecno-escéptica*, como es el caso de la obra de Carr (2011), que señala la capacidad de los espacios virtuales, y específicamente internet, debido a la naturaleza de la propia interacción del mismo, de transformar las conexiones cerebrales del individuo, hasta el punto de desembocar en un fenómeno de banalización en el uso de la información, produciéndose, además, una pérdida de ciertas capacidades cognitivas asociadas al pensamiento crítico, reflexivo, profundo, y a la lectura basada en la comprensión del significado simbólico de los procesos mentales, así como una pérdida de la capacidad de abstracción. En otras palabras, el fenómeno que describe Carr es la pérdida de capacidad del ser humano como ente capaz de relacionarse con el entorno que le rodea, de una forma en que no precise ser asistido por tecnologías. Esta necesidad de ser asistido por tecnologías para desarrollar tareas cotidianas, se vería incrementada en relación a la capacidad del ser humano de poder almacenar información, teniendo la necesidad, a causa de la dependencia

tecnológica (y siempre según Carr, 2011), de acceder a una fuente de que contenga información para poder acceder al conocimiento. En este ámbito, el autor hace referencia a que las causas de la banalización son producidas gracias a la capacidad que tienen los espacios virtuales, la redes (e internet, específicamente) de permitir el acceso a fuentes de información inmediatas y asequibles, lo que de alguna forma produciría el proceso de transformación que viene reseñando el autor. Ello pone en relieve una serie de perspectivas que abordan específicamente las relaciones humanas e interacciones en relación al acceso a los espacios virtuales, simulen estos o no el mundo físico, o por el contrario, constituyan una metáfora o incluso un imaginario. La línea de argumentación en relación a la interacción entre el ser humano y el entorno virtual (y la interconexión humano-humano a través de redes, más específicamente internet) darían, según este argumento, que posteriormente es rebatido, lugar a un escenario en el que la cultura digital tendría como una de sus consecuencias negativas un fenómeno de pérdida de talento creativo<sup>35</sup>, ya que el individuo ocupa una parte importante del potencial cognitivo cuando interactúa con los espacios digitales y las redes, específicamente internet. Estos fenómenos que se engloban dentro de un escenario tecno-escéptico son abordados de modo irónico por Peirano (2011) en la conferencia *Código Fuente Audiovisual*<sup>36</sup>, donde es posible visualizar un recorrido de las diferentes perspectivas relativas al uso de las redes, las aproximaciones a los procesos de transformación del pensamiento del individuo y de la sociedad, y las reseñas críticas relativas a tal contexto. Especial relevancia tienen el número de reseñas tecno-apocalípticas y tecno-pesimistas que vienen surgiendo desde los años 90 década que supuso la democratización del uso de internet a una parte importante de la población, y que no han hecho sino continuar con una línea discursiva análoga (Birkerts, 1994, Turkle, 2011, en Peirano, 2011), poniendo a su vez de relevancia la diferencia entre *Era de la Información* y *Era de la Validación*.

La visión de Carr, se centra, no obstante, en un proceso de transformación en varios aspectos que no resulta per se perjudicial o nocivo, sino que más bien obedece a un proceso de cambio de capacidades, habilidades, intereses y competencias. En este ámbito es por ello importante destacar el fenómeno de la *hiperactividad improductiva* (mencionado en apartados anteriores), en la que el individuo se perfila incapaz de llevar tareas provistas de un determinado grado de profundidad (como por ejemplo la lectura y comprensión de un texto o documento que requiera ciertos niveles de abstracción, visualización mental, o jerarquización). En el fenómeno de la hiperactividad improductiva, la actividad se focaliza en una serie de actos aparentemente irrelevantes que distraen de la tarea principal o más importante, teniendo esto, como consecuencia inmediata, la deriva a un proceso de procrastinación, producido por la manera en que el flujo de información se presenta en el entorno de internet. Dicho flujo de información se manifiesta como una serie de hipertextos e

<sup>35</sup> Aunque los índices de producción cultural tienden a señalar lo contrario.

<sup>36</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=Dyy29qX9UvQ>. Consultado 2013-10-15

imágenes que posibilitan el acceso a fuentes complementarias de información dentro de la propia red de internet, cuyo tiempo de acceso es cercano a la inmediatez.

Desde la perspectiva que afronta un punto de vista opuesto al fenómeno descrito por Carr, cabe destacar la línea de trabajo de Shirky (2009), que parte, por el contrario desde un punto de vista que podría ser concebido como tecno-idealista. La perspectiva de Shirky parte de la cuestión de fondo que aportan las posibilidades de interacción que ofrecen los espacios digitales (teniendo especial relevancia para el autor los fenómenos que se asocian a internet y permiten a los individuos interconectarse). Tal argumento se basa en la capacidad y el potencial que ofrecen los espacios virtuales para la creación de comunidades, las cuales permitirían, a su vez, incrementar el flujo de pensamiento colectivo, permitiendo organizar *comunidades reflectivas*, también de carácter virtual. De esta manera, y gracias en buena parte a los dispositivos tecnológicos y el espacio de interconexión que ofrecen los espacios virtuales, el individuo pasa a formar parte de un ente colectivo, de manera que se potencia el conocimiento en un área determinada, desarrollando a su vez la posibilidad de incrementar las capacidades en una competencia concreta, incluso aunque el resultado tuviera como consecuencia la pérdida de una serie de facultades que requieren un proceso de reflexión profunda. La transformación social viene dada, según esta perspectiva aproximativa, propiciada por el sentimiento de pertenencia a una comunidad que subyace al individuo que interactúa con otros, a través de la mediación con los entornos digitales. Dentro de esta perspectiva, subyacen otras afirmaciones, que inciden principalmente en la visión positiva de la transformación de los comportamientos, las interacciones sociales, y los flujos de pensamiento, así como de la capacitación cognitiva. Según esta perspectiva, el potencial que ofrecen los espacios virtuales, internet, o las redes sociales, por citar solamente algunos de los fenómenos más relevantes asociados a la era digital, es que inclusive el acto creativo considerado más estúpido desde una perspectiva social, supone un acto con un implícito valor productivo y no está exento de un cierto grado de importancia para el contexto en el que se desarrolla (Shirky, 2011, en Peirano, 2011), de modo que la capacidad de interacción de los espacios virtuales y de incorporación de información pueden incrementar el valor implícito que tiene, de forma notablemente exponencial.

La cuestión residente en estas dos líneas de argumentación, en torno a las cuales se dibuja una evidente disyuntiva, retrata una sociedad de la era de la información con una serie de rasgos particulares. Uno de ellos refleja precisamente una sociedad cuya máxima preocupación no sería tanto una autodefinición del propio individuo, sino, por el contrario, una repetición de los rasgos de dicho individuo, a través de aquello que es conocido y que se siente, y además, dentro de un contexto gregario potenciado por el propio uso de los entornos digitales, siendo de especial relevancia, en este caso concreto, internet y las redes sociales. El proceso de interacción y comunicación en los espacios virtuales, las redes, e internet, posee, por lo tanto, una naturaleza que permite

aflorar, en ciertas ocasiones, ese carácter superficial implícito (en muchas ocasiones con un contenido desprovisto de profundidad), debido, por una parte, a la propia naturaleza de los flujos de información (que conllevan un acceso inmediato a la información, muchas veces sin estar procesada), y por otra, por la propia naturaleza de los dispositivos que permiten interactuar con los propios espacios virtuales, ya que se encuentran en proceso constante de evolución<sup>37</sup>.

Estos rasgos de superficialidad inherentes al uso de los espacios virtuales y el internet de la primera década del siglo XXI, reflejados en las posiciones más o menos tecno-escépticas (aunque no se encuentre limitado a estos puntos de vista), nos permiten no obstante observar fenómenos relacionados con la superficialidad a la que hace referencia Carr, como la hiperactividad improductiva, mencionada anteriormente. Esta se define como un fenómeno de intensa actividad motora, en la que no se observa, a priori, ningún objetivo aparente. Esta actividad motora intensa se encuentra relacionada con un déficit de atención, déficit que a su vez es propiciado por los flujos de información que configuran los espacios virtuales y las redes, y cuya naturaleza difiere, en términos de usos e interacciones con otros espacios, cuya interacción implica más canales que el visual y el audiovisual, y cuya concepción ergonómica le confiere una naturaleza diferente. Esto, tal como se viene describiendo, es especialmente relevante en el caso concreto de internet, cuyos flujos de recepción de información son inmediatos y a su vez, la retención de la información es a menudo efímera, al no existir, en muchas ocasiones, un vínculo emocional con dicha información, lo que lo diferencia de las fuentes de información que provienen de otros objetos físicos<sup>38</sup>, siendo además los canales de recepción del internet de la primera década del siglo XXI fundamentalmente visuales, y, en segunda instancia, también auditivos. Además de ello, la interacción que se produce con el entorno de internet posee una ergonomía que se ha basado hasta la primera década del siglo XXI, esencialmente en el uso del teclado y el ratón, pudiendo con ello el usuario volcar su atención de una manera que induce al fenómeno de hiperactividad anteriormente mencionado, debido a que la interacción de naturaleza bidireccional y en la que se implican ciertos aspectos del movimiento corporal se

---

<sup>37</sup> El flujo de acceso a internet ha sido, hasta el final de la primera década del siglo XXI, monopolizado por los ordenadores personales y laptops, siendo los canales visuales y auditivos los puntos de comunicación entre el usuario y la información, y teniendo, a su vez, una naturaleza multidimensional. Con la incorporación de nuevos dispositivos, tales como smartphones o tablets, se ha dado un paso importante en los procesos de interacción con los espacios virtuales y las redes, de modo que al mismo tiempo se ha producido una evolución en el espacio alojado en la red. Las perspectivas de futuro dibujan escenarios en los que la interacción con la red pueda producirse a través de la realidad aumentada o las tecnologías hápticas, así como la inmersión en internet a través de los dispositivos de realidad virtual (ya se están llevando a cabo experiencias con *Oculus Rift*).

<sup>38</sup> Por ejemplo, un libro o una película contribuyen a crear un vínculo emocional con el usuario/espectador, aunque la recepción sea en ocasiones pasiva. Lo mismo ocurre con un videojuego, aunque en este caso se observa un elevado grado de interactividad, que, a priori, no ofrece la concepción o configuración de internet en el contexto actual, aunque la naturaleza de la red se encuentra en proceso de cambio.

encuentra en proceso de reflexión y estudio ergonómico en el contexto en el que se desarrolla el presente estudio. No obstante, es esta sobreexposición a la información por un solo canal, y en muchas ocasiones, de carácter unidireccional, lo que intensifica la capacidad del usuario de realizar tareas en la red desprovista de un sentido u objetivo aparente, aunque esto constituya solamente uno de los factores. Los estudios relativos a la realidad virtual y mixta, y en general, al continuo de la virtualidad, tratan también de enfocar, no obstante, esta problemática para realizar aportaciones en relación a un espacio interconectado que ayude a superar estos hándicaps.

No obstante, y como se viene observando a lo largo del presente apartado, si bien es verdad que se describen fenómenos visiblemente perjudiciales en relación al uso de internet, tal como se viene describiendo con el fenómeno de la hiperactividad improductiva, existen también aproximaciones que ponen en cuestión el denominado tecno-escepticismo que se describe en la obra de Carr. Dans (2014), en relación a esto, aporta una visión crítica a este respecto, sosteniendo que el punto de vista de Carr renuncia al hecho fundamental de la visión de proceso. Esta idea se conforma de especial interés para un análisis del papel de la tecnología en el contexto social y comportamental, configurándose además como un fenómeno relevante para un análisis del impacto de la propia tecnología. De hecho, la línea argumental que afirma que las nuevas tecnologías e internet tienen un impacto en la transformación de las capacidades cognitivas, reduciendo la efectividad de algunas de ellas, y ejerciendo un impacto en la capacidad de relación e interacción con el entorno, propias del ser humano, analiza solamente una parte inicial del proceso. En otras palabras, las tesis alineadas con el tecno-escepticismo observan la solamente la primera fase del encuentro producida entre la propia tecnología y el individuo que interactúa con ella, dejando en un segundo plano los fenómenos que van a estar asociados a un uso prolongado de tecnologías digitales, tecnologías que posibilitarían, a su vez, realizar otras actividades, teniendo en ocasiones de una naturaleza y un carácter más creativos. De este modo, los efectos de la tecnología en el individuo, según Dans (2014), se producirían a partir de múltiples interacciones, y a través de una exposición prolongada en el tiempo, que permitiera observar de modo más conciso sus efectos, incorporando los proceso de adopción, basados en una serie de variables de diversa índole. Dentro de esta línea de argumentación, crítica, como se describe, con las tesis tecno-escépticas, se argumenta que la problemática de tales aproximaciones con una visión pesimista o en el mejor de los casos, recelosa, es que fundamentan su análisis solamente en las primeras fases del proceso del contacto con una tecnología de ámbito innovador. La complejidad de las interacciones, sostenidas a lo largo del tiempo, y unidas a otros factores que influyan o determinen la naturaleza de la relación del individuo con la tecnología, con los espacios virtuales, y con las redes e internet, podrán sólo ser analizadas en un periodo más dilatado de tiempo. Esta cuestión daría lugar a la posibilidad de la apertura de líneas de investigación que planteen el desarrollo de estudios científicos que a largo plazo demuestren que el uso de tecnologías digitales, la inmersión en espacios virtuales



(a lo largo de la línea del continuo de la virtualidad), y la interacción con dispositivos tecnológicos y redes, tienen un impacto significativo, y de qué naturaleza, en las capacidades cognitivas inherentes al individuo, así como en su concepción del mundo y del espacio físico.

Por otra parte, las reseñas relativas a la capacidad de los medios digitales (con diverso grado de interactividad), el continuo de la virtualidad e internet para producir cambios en los comportamientos, usos y competencias o habilidades, así como ejercer un impacto significativo en las propias capacidades cognitivas del individuo, y en los procesos de interacción y comunicación, si bien muchos de ellos han tenido un auge a partir de los años 90 (Caudell y Mizel, 1992<sup>39</sup>, Awd et al., 1996<sup>40</sup>, Hanseth y Montero, 1997<sup>41</sup>) y la primera década del siglo XXI (Michinov y Primois, 2005<sup>42</sup>, Wing, 2008<sup>43</sup>, Chuang y Cheng, 2009<sup>44</sup>), es posible observar estudios que desde los años 60 analizan el contexto de las comunicaciones y los posibles efectos que la evolución de las mismas pueden tener en los aspectos comportamentales del ser humano. De hecho, el impacto que ejerce la tecnología y la comunicaciones ya fue teorizado por McLuhan (1964, 1967), desde el punto de vista de la comunicación, sosteniendo, en uno de las aproximaciones pioneras en el estudio de los medios audiovisuales, que el medio conforma parte inherente e intrínseca del mensaje, y en su propia naturaleza se encuentra implícita la capacidad para influir en la manera cómo se desarrollan las relaciones, las actividades, y los procesos de interacción humanos.

---

<sup>39</sup> Analizan los efectos de los cascos de realidad virtual aplicados con realidad aumentada para analizarlos en relación a los procesos de fabricación manual

<sup>40</sup> Plantean una transformación en el desarrollo de software orientado a objetos para sistemas en tiempo real, ya en los años 90, lo que plantea un cambio de concepción estructural cognitiva relativa a los procesos de programación, ya que la programación orientada a objetos se constituye como un paradigma que ejerce una influencia en los procesos cognitivos, es decir, en cómo son concebidos los objetos que conforman tanto el espacio físico como virtual.

<sup>41</sup> Planteando la incorporación de los patrones del comportamiento a los estándares de la infraestructura y arquitectura de la información, de modo que se tienen en cuenta las características de los factores cognitivos del ser humano para el desarrollo de sistemas computacionales y entornos virtuales que generen cierto grado de empatía con el individuo.

<sup>42</sup> Su análisis se centra en un estudio de la mejora de los procesos creativos y la producción de contenidos en individuos conectados en red.

<sup>43</sup> Reflexionando en torno al pensamiento computacional, lo cual ejerce una influencia en el modo en que las propias tecnologías relacionadas con la computación son observadas y abordadas.

<sup>44</sup> Que estudian los efectos de los videojuegos, concretamente en ordenadores estáticos, para proceder a analizar los efectos en los estudiantes del uso de tales tecnologías

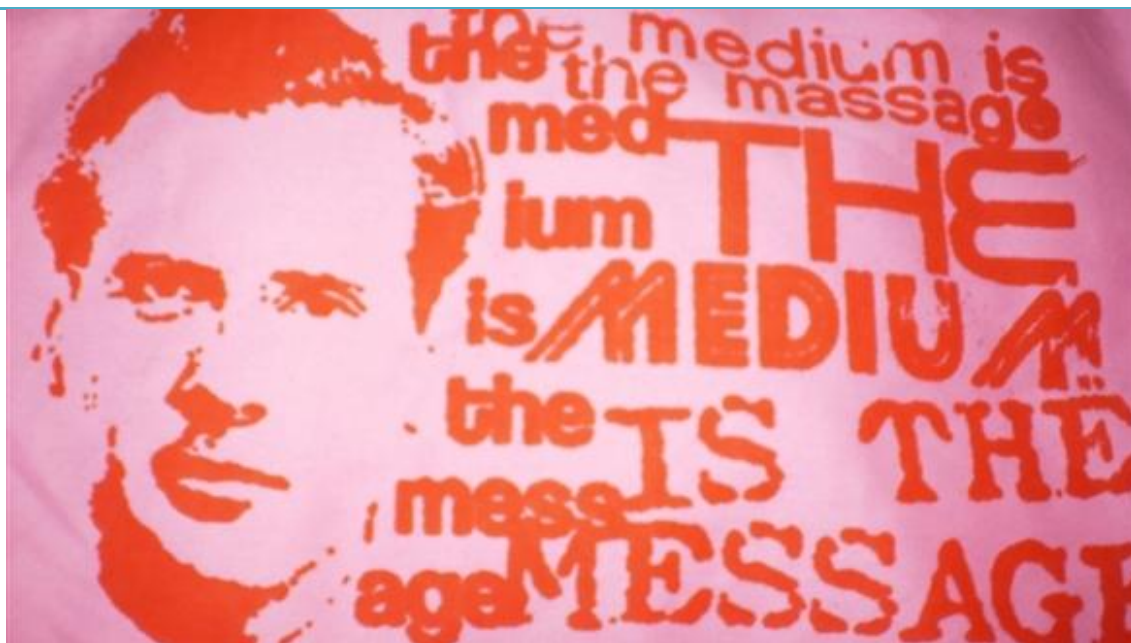


Figura 18. Silueta del teórico canadiense Marshall McLuhan, autor de referencia en el estudio de la influencia de la comunicación y la *teoría de medios*, siendo el autor que acuñó el término de *aldea global*, y que realizó una serie de aportaciones significativas a la manera en que sería concebida posteriormente la *sociedad de la información*.

La obra de McLuhan ha ejercido una influencia notable en el estudio de los medios de comunicación y en el impacto que ha tenido su desarrollo y evolución en el contexto social y en los aspectos inherentes al comportamiento.

Recuperado en 2014-11-12 de <http://socialbacktracking.wordpress.com/>

McLuhan (1967) argumenta al mismo tiempo, cómo los procesos de cambio a lo largo de la historia han ejercido una influencia notable en la relación del ser humano con el medio que le rodea, en las interacciones entre individuos y con objetos cotidianos. Estos objetos cotidianos que forman parte del contexto social y cultural del individuo, conforman, en la era de la información y la comunicación, los ámbitos en los que se fundamenta parte del desarrollo y evolución tecnológica, en la medida en que no es concebida la evolución o transformación de un paradigma tecnológico sin un fenómeno que remarque una influencia significativa en los propios objetos que conforman el universo cotidiano, y que en ocasiones se comportan fundamentalmente como interfaces o intermediarios. Dentro del contexto de la historia de la comunicación McLuhan (1967) define tres estados:

1) *Estado tribal*: En este periodo el factor relevante es la comunicación verbal, que conforma un tipo de tecnología en sí mismo.

2) *Estado de destribación*: En este estado, el fenómeno fundamental es el desarrollo de la escritura, dando lugar a un estadio de comunicación más abstracta y al mismo

tiempo más funcional, de modo que se produce un episodio de distanciamiento y a su vez abstracción entre los objetos y los símbolo que los representan.

3) *Estado de retribalización*: En este estado se produce una especie de ruptura con los equilibrios naturales en un proceso de amplificación de las cualidades del ser humano que se encuentran relacionadas con los sentidos. McLuhan describe la radio y la televisión (los *mass media* de la época en que desarrolla sus teorías) como amplificaciones de los sentidos del oído y de la vista<sup>45</sup>, respectivamente. El desarrollo de las tecnologías, y más recientemente, las tecnologías digitales, permiten una amplificación y la incorporación de una complejidad de los sentidos del ser humano, incorporando, incluso, en investigaciones recientes, recreaciones de situaciones y simulaciones de sentidos de la complejidad del tacto, a través de *las tecnologías hápticas*.

Existe un contexto metafórico que analiza parte del progreso de la comunicación humana, donde el autor describe una evolución que se ve fundamentada en una serie de fases claramente diferenciadas, y con una serie de rasgos particulares: *La aldea tribal* (donde los individuos son analfabetos), *El Hombre Alfabético-Quirográfico*, *La Galaxia de Gutenberg* o *Aldea Global* (donde se encontrarían enmarcados los *Medios Fríos* y los *Medios Calientes*), y la *Galaxia Marconi* o *Aldea Cósmica* (dentro de las cuales se encontrarían implícitos los *Servomecanismos*, y el concepto de *aldea global*).

Es de particular relevancia destacar, por tanto, la importancia del planteamiento de estudios relativos a la influencia de los objetos cotidianos, que incluyan el concepto del espacio, incluyendo con esto el espacio digital, las redes e internet, y el continuo de la virtualidad (que no se concibe, a su vez, sin una interacción con una serie de objetos, físico o virtuales). Estos planteamientos se fundamentan en la posibilidad de abordar en los procesos de evolución educativos y sociales, así como en los aspectos que se encuentran, a su vez, relacionados con la naturaleza comportamental del ser humano, de manera que sea posible incorporar una serie de fundamentos teóricos que permitan la comprensión de la relación del individuo con la tecnología que le rodea. Ello nos lleva, a su vez, el planteamiento y reflexión en torno a estrategias y metodologías que conduzcan a la optimización de los procesos asociados al desarrollo de interfaces que permitan, al mismo tiempo, incorporar el factor humano al desarrollo de dispositivos, entornos e interfaces tecnológicos.

---

<sup>45</sup> En este contexto, la línea de argumentación es análoga a la de Eco (1988), cuando los espejos son considerados como *prótesis* de los sentidos del ser humano.

## 6.3. Datos, Información, Conocimiento: Espacios Virtuales y Medios en los Flujos de Comunicación e Interacción

## 6. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DE LA CUESTIÓN

### 6.3.1. Marco para el diseño del conocimiento: Knowledge management

Dentro del espacio relativo al continuo de la virtualidad, potenciado por la capacidad de generar un contexto ubicuo e incorpóreo, y a la posibilidad de interacción con las fuentes de información y conocimiento que ofrece la propia interactividad, propia de los espacios que se encuentran en todo lo amplio del espectro del continuo de la virtualidad, parte de la literatura científica señala una serie de transformaciones y fenómenos que marcan una transformación en lo relativo a la relación del individuo con la comunicación y la transmisión de datos, de manera que los estratos en los que son usados tales datos, son escalados en varios niveles (concretamente en tres, que son presentados a continuación), con el fin de fijar el horizonte en un escenario en el que se hace inevitable plantear modelos para la gestión de la ingente cantidad de información, gracias en parte a fenómenos como el *big data*, al que se hace referencia en otras secciones del presente trabajo de investigación. Otro de los fenómenos más inmediatos, aplicado con frecuencia en los contextos sociales (el *big data* se aplica más en contextos computacionales), y cuyo marco de acción se puede observar en escalas notablemente más reducidas (en concreto, en estructuras organizativas cuyo eje de actuación suponen escalas del tamaño de las relaciones humanas) es el denominado *Knowledge Management* o *gestión del conocimiento*.

Desde un punto de vista de la gestión organizativa, Dalkir (2013:13) define la gestión del conocimiento como un proceso asociado a las estructuras organizativas, donde se observa un proceso de incorporación, desarrollo y distribución de la información y los datos obtenidos, de modo que ello le permita, a una estructura organizativa propiamente dicha, llevar a cabo una serie de actuaciones que le permitan optimizar los proyectos, ser eficiente en las interacciones entre los factores implicados, desarrollar iniciativas que lleven implícito una línea de desarrollo innovadora<sup>46</sup>.

Bajo este prisma, la gestión del conocimiento permitiría generar, de un modo eficiente, una serie de conceptos nuevos y un conjunto de categorías, que permiten a su vez estructurar de manera eficiente la serie de fenómenos relativos a las interacciones comunicativas, las cuales darían lugar a un estrato más general de la percepción de los aspectos organizativos. Ello implica el desarrollo de un marco en el que los nuevos

---

<sup>46</sup> En el contexto de la presente investigación, los laboratorios de naturaleza multimedia o los labs son tenidos en cuenta como estructuras organizativas, susceptibles de ser observados como contextos susceptibles de incorporar el knowledge management, de modo que numerosos factores que afectan e influyen en estructuras organizativas más comúnmente llamadas organizaciones empresariales, comparten ciertos rasgos con los entornos de experimentación multimedia o labs.

conceptos y categorías relativos a las estructuras de organización de la información<sup>47</sup> involucran una serie de factores, que hacen uso, a nivel más general, del conocimiento para crear valor añadido. Se describe, de este modo, la gestión del conocimiento como un marco (*framework*) que posibilita un diseño y la concreción de objetivos inherentes a las organizaciones, las estructuras, y los procesos, de modo que tales estructuras organizativas puedan hacer un uso eficiente de la información de la que disponen, pudiendo crear con ello un proceso de generación de valor añadido a sus propias actividades, y que tenga a su vez relación con la transferencia de conocimiento en el ámbito en el que se comportan.

Por otro lado, los estudios de la gestión del conocimiento se centran, por una parte, en los procesos, y por otra, en la práctica, de modo que parte de los estudios observan la gestión del conocimiento como un ciclo continuo en el que se ven involucrados tres procesos (Dalkir, 2013, p. 14) los cuales son enumerados a continuación: 1) *creación y captura, e integración del conocimiento*, 2) *difusión, distribución, divulgación, transmisión y comunicación del conocimiento* y 3) *aplicación del conocimiento*.

Los factores que conforman la gestión del conocimiento se encuentran contenidos en una estructura piramidal, posibilitando establecer jerarquías en los contextos en que se organizan los niveles de la propia información y suministro de datos. La jerarquía, que hacer referencia al nivel organizativo de los propios datos, y a su propia estructuración, queda organizada como sigue a continuación:

- 1) *Datos en estado puro*: Se encuentran en la base de la pirámide que representa la jerarquía de complejidad y estructuración dentro de la gestión del conocimiento (*knowledge management*). Se compone de fenómenos tales como hechos, figuras, patrones, o imágenes que hacen referencia a elementos específicos, pero que no presentan ningún tipo de estructura organizativa propiamente dicha. Es necesario realizar un procesamiento de los mismos para que los elementos subyacentes puedan ser interpretados, y de esta manera, transformados en información, que corresponde al siguiente escalón en la organización estructural del *knowledge management*.
- 2) *La información (parte media de la pirámide)*: La información se sitúa en la parte media de la jerarquía de complejidad de las estructuras de organización y gestión del conocimiento. Para que los datos sean transformados en información, estos deben de ser procesados, condensados, calculados y contextualizados

---

<sup>47</sup> La idea encuentra una serie de analogías con conceptos asociados a la computación, y que son tratados en el presente trabajo de investigación. De hecho, la comprensión de los fenómenos asociados a la computación pasa necesariamente por la necesidad de estructurar y establecer jerarquías en la información. Un ejemplo significativo es la *programación orientada a objetos (POO)*, la cual es tratada en la sección *Robótica, Mecatrónica, STEM y Constructivismo*. No obstante, otros ámbitos relacionados con la computación y la programación, también hacen uso de la estructuración y organización de la información, tal como es la *programación estructurada*, a la que se hace referencia, también, en la misma sección referida.

(Davenport y Prusak, 2000). La información pertenece a un nivel más complejo de los elementos que componen la organización estructural del conocimiento.

- 3) *El conocimiento*: Pertenece al sistema más sofisticado de organización informacional, encontrándose en la parte superior de la pirámide, a la vez que se encuentra intrínsecamente ligado a la experiencia y a la comprensión de las estructuras y los procesos. Esta experiencia y comprensión del funcionamiento permite llevar a cabo una serie de actuaciones a los individuos o las organizaciones, pudiendo intuir y calcular de modo aproximativo las consecuencias y los resultados de un determinado proceso de toma de decisiones. Encuentra, al mismo tiempo, una relación en los métodos y procedimientos en los que las organizaciones, estructuras e individuos, dentro de contextos que incorporan un elevado grado de interacción y tienen un componente grupal relevante. Estas organizaciones, estructuras, o individuos, toman, por tanto, decisiones, y realizan operaciones en función de la información adquirida, procesada, y transformada en conocimiento. Las decisiones y operaciones implícitas se toman, a su vez, en base a experiencias anteriores, incorporando, además, el aprendizaje a partir de posibles errores cometidos en el transcurso de tales experiencias previas, lo que permite disponer al mismo tiempo de una cantidad suficiente de información suficiente que permita incorporar mejoras. Los factores que se incorporan también al ámbito más complejo del conocimiento abarcan fenómenos como el *know-how* o *savoir-faire*<sup>48</sup>, la propia información incorporada al contexto al que pertenece o en el que podría ser utilizada, o, finalmente, la propia intuición del individuo perteneciente a la organización en cuestión, que ha integrado en su conocimiento una serie de experiencias previas. La escala de la pirámide relativa al conocimiento encuentra, además, una serie de puntos de convergencia con fenómenos tales como la teoría de la comunicación (Craig, 1999, Shannon, 2001), sin que haya por ello una relación implícita<sup>49</sup>.

Lo serie de acciones procesales que son realizadas en lo referente a contexto, de un carácter global del knowledge management (el propio concepto de conocimiento en sí mismo), y partiendo de la base de la pirámide, que corresponde a los datos en estado puro, obedece a su vez a una secuencia claramente estructurada: *Recolección, Organización, Resumen, Análisis, Sintetización, y Toma de Decisiones*. Dicha secuencia de operaciones posibilita un proceso de incorporación de metodologías y estrategias que permiten el desarrollo de los procesos relativos al knowledge management con una notable eficiencia.

<sup>48</sup> Conocido en castellano como *Conocimiento Fundamental*

<sup>49</sup> En el presente trabajo de investigación se propone, además, la idea de la apertura de líneas de investigación referentes a la incorporación de las dinámicas del conocimiento en el knowledge management, al continuo de la virtualidad y a los espacios virtuales. El campo de investigación en torno a la convergencia de estos fenómenos con otros es notablemente amplio.



El contexto del *knowledge management* ha sido a su vez objeto de una serie de revisiones interpretativas, en la primera década del siglo XXI, por parte de la literatura científica relacionada con el tema. De este modo, los campos en los que se identifican las áreas de importancia relacionadas con la gestión del conocimiento, donde se desataca a su vez el potencial papel que juegan las tecnologías de la información en esta área, resaltan de nuevo la importancia del tratamiento del conocimiento como un recurso organizativo de una importancia significativa (Alavi y Leidner, 2001).

La convergencia de los planteamientos teóricos entre el *knowledge management* y los contextos que plantea la literatura relacionada con las ciencias de la educación, tienen una relación estrecha con los procesos de enseñanza/aprendizaje que se manifiestan a lo largo de los diferentes estratos continuo de la virtualidad. Liebowitz y Frank (2010), realizan una evaluación del impacto del *knowledge management* en este contexto, a la vez que muestran una serie de análisis relativos a las tendencias globales de los diferentes enfoques que incorpora el fenómeno señalado. Los mismos autores afirman, además, que la gestión del conocimiento encuentra, en su fundamento, un espacio inherente en el contexto de la educación e investigación universitarias, al ser tales espacios de educación superior los principales ámbitos en los que en un principio, y hasta fechas relativamente recientes, era generado, principalmente, la producción del conocimiento. En las dos primeras décadas del siglo XXI, además, las universidades se encuentran en un proceso de expansión de sus capacidades operativas en línea, con el fin de poder atender, gestionar, y dar espacio, a un número creciente de investigadores, por una parte, y estudiante, por otra, presentándose por consiguiente la necesidad de desarrollar estrategias de diseño que posibiliten llevar a cabo una serie de acciones que den lugar a una gestión y divulgación del conocimiento (*knowledge management*) efectiva, ejerciendo un impacto significativo en ámbitos más globales y relacionados con otras áreas del contexto social.

Easterby-Smith y Lyles (2011) también parten de la idea de la función de la gestión del conocimiento (*knowledge management*) para los procesos de aprendizaje en el contexto de las organizaciones, y que es descrito, en este ámbito, como un proceso dinámico y generado de forma que posibilite visualizar un flujo constante de producción. Ello daría lugar, en este ámbito, a un marco conceptual apropiado para la convergencia, de esta manera, de la integración del conocimiento y las competencias, propias de cada actor implicado, de modo que se produce un análisis, por una parte, de las propias capacidades de transformación inherentes a los individuos y las organizaciones (relacionada, a su vez, con fenómenos tales como la resiliencia), y por otro, a las propias transformaciones de las que ha sido objeto en su propio contexto estructural. Esta serie de factores permite, según los mismos autores, una observación en relación a un proceso de retrospectiva en torno a experiencias pasadas, las cuales son susceptibles de ser incorporadas en contextos futuros, con el fin de dar lugar a una fundamentación de parte del conocimiento adquirido basado en la experiencia. Este línea de argumentación basada en la incorporación del *knowledge management* para los

procesos de aprendizaje elabora un marco de distinción entre los términos *conocimiento organizacional* y la propia *gestión del conocimiento*, poniendo de relieve que ambos tratan de conceptualizar la propia naturaleza inherente del conocimiento, la cual es posible encontrar, de manera implícita, en las estructuras organizativas, los organismos de diversa índole, y colectivos centrados en la producción de industrias culturales.

Los fenómenos descritos en torno al *knowledge managment* evidencian, desde esta línea de argumentación que parte de una serie de perspectivas, un elemento sustancial a tener en consideración, el cual pretende poner de relevancia la creación, el uso y la gestión de los elementos que se fundamentan en torno a la adquisición de componentes relativos al conocimiento, habilidades y competencias. Tal proceso de adquisición del conocimiento y de competencias incluyen, además, una serie de parámetros, cuyos exponentes principales son: el desarrollo de ideas, la actuación en base a experiencias previas, el entendimiento, interpretación y discernimiento de las ideas y los conceptos, y la capacitación para situar y ubicar la información dentro de su propio contexto.

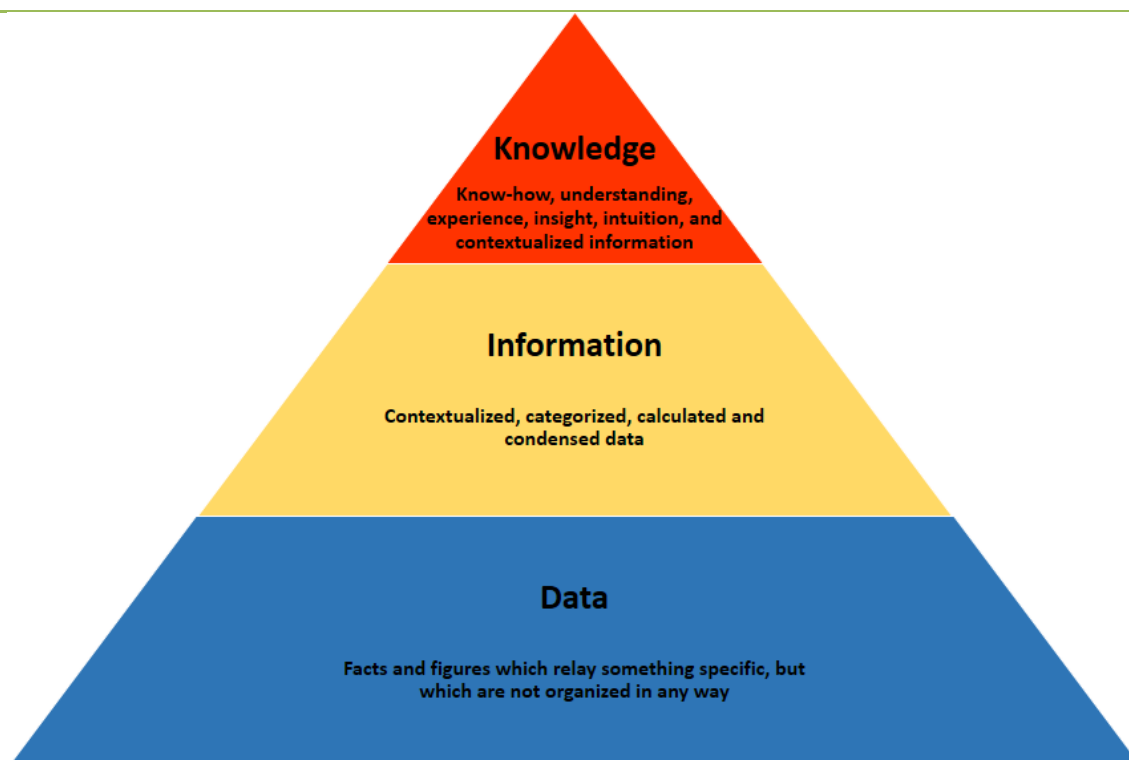


Figura 19. Pirámide de la gestión del conocimiento, en la que se observa, 1) Los datos en estado puro, en la base, haciendo referencia a los hechos y figuras que hacen referencia a algo específico, pero que no encuentran ningún tipo de estructura organizativa 2) Información, en la parte media de la pirámide, que corresponde a los datos condensados, calculados, contextualizados y categorizados, y 3) El conocimiento, que hace referencia al cómo saber hacer, la comprensión, la experiencia, la intuición, el insight, y la información puesta dentro de su contexto.

Recuperado de <http://www.knowledge-managementtools.net/> en 2014-11-15

### 6.3.2. El ámbito de la estructura organizativa

Tal como se viene definiendo en el presente apartado, en relación a la propia definición del *knowledge management*, es fundamental un conocimiento profundo de la naturaleza del fenómeno y de los ámbitos descritos con anterioridad, así como un proceso de retrospectiva de la literatura científica, y especializada, que permita una aproximación concisa al ámbito de la organización para el desarrollo de proyectos, incorporando los factores relativos a la interacción y el uso de las herramientas disponibles, cuyo ámbito se encuentra ligado con la misma fenomenología que viene de ser descrita en el presente trabajo de investigación. De este modo, se plantean, en torno a un análisis del desarrollo de proyectos que se dan en espacios donde se produce un nivel de interacción entre individuos considerable, y donde los propios proyectos tienen un carácter fundamentalmente experimental y creativo, un fenómeno de convergencia que permite reflexionar y plantearse incorporar el *knowledge management* a los espacios de creación e investigación que incorporan una serie de elementos relativos al continuo de la

virtualidad. De este modo, si se consideran los espacios de experimentación y aprendizaje, que tienen un componente de interacción con los entornos virtuales pronunciado, es posible plantear una categorización de la información, los datos y el conocimiento de modo que se pueda analizar, contextualizar, procesar, calcular, categorizar y condensar estos tres factores (siempre que exista un flujo de información disponible) para, a continuación poder efectuar una serie de operaciones que permitirían a las organizaciones (estructuras empresariales, colectivos, labs, espacios de trabajo colaborativo) que desarrollan sus actividades en torno a la creación, investigación y experimentación en contextos relativos al continuo de la virtualidad, de usar la información y el conocimiento adquiridos para llevar a cabo los procesos de innovación que precisan incorporar una serie de actores convergentes, y que pasan necesariamente por el uso de las tecnologías digitales y los entornos virtuales y de realidad mixta, dado que parte del proceso de innovación se produce en este ámbito.

Desde un punto de vista de la experiencia, las estructuras organizativas que hacen uso de la información y el conocimiento, en los niveles que han sido descritos en lo relativos al *knowledge management*, se basan, en un número importante de casos, en una serie de maniobras que tienen como fundamento la experiencia de los individuos que componen tal organización, en otros ámbitos, así como la propia experiencia basada en casos anteriores, tal como se viene señalando en el estrato superior de la pirámide. En este aspecto, las estructuras organizativas que forman parte de los contextos analizados en el presente estudio, presentan una serie de características propias, y a su vez presentan una forma de ser ecléctica, entre los que se pueden también encontrar marcadas diferencias, y cuyo estudio daría claramente para la apertura de una línea de investigación, a la que, no obstante, el presente trabajo de investigación pretende realizar una serie de contribuciones.

Dentro del contexto referido del *knowledge management*, se presentan una serie de factores relativos a las estructuras empresariales que no pueden ser obviadas, y que no obstante, suelen ser un elemento común en tales tipos de estructuras organizativas. Entre ellos se encuentra, por una parte, la gestión de los conflictos, y por otra, la diferencia de intereses que pueda existir entre más de una organización o entre los propios miembros de la estructura organizativa. En este caso, el carácter fundamentalmente colaborativo de muchos de los espacios de creación con un fuerte componente tecnológico (*labs* y *medialabs*), si bien no constituyen excepciones en lo relativo a algunos rasgos de las interacciones y relaciones humanas, puede ser planteado como un fenómeno a ser incorporado en las estructuras organizativas que tienen una configuración que proviene de entornos más tradicionales. Uno de los fenómenos que se plantean, por ello, es la incorporación de los aspectos relativos al funcionamiento de una parte importante de los *medialabs*, que incorporan per se fenómenos relativos a la parte alta de la cúspide del *knowledge management* (planteando incluso, en algunos aspectos un estrato o nivel que

## 6. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DE LA CUESTIÓN

se encuentre en un nivel de complejidad, si cabe, más elevado, y sobre el que las nuevas estructuras de trabajo plantean una reflexión importante).

Es por ello que una observación de ciertos niveles de la cúspide de la pirámide del *knowledge management* permitirían una gestión eficaz de los recursos y los conflictos en la estructuras organizativas, encontrándose una relación directa con fenómenos como el *savoir faire*, el aprendizaje en base a experiencias anteriores, el uso eficiente de la información, el conocimiento de los contextos sociales en los que se desarrollan la serie de eventos que se pretenden gestionar, o la propia asertividad y empatía, posibilitando el planteamiento de situaciones donde exista un fenómeno de confluencia más que de competencia, y en el que los intereses de las partes implicadas puedan verse reflejados a través de la propia gestión de los factores que se asocian con los datos obtenidos y recopilados, transformados en información, y configurados en forma de conocimiento.

En este punto, donde se ve reflejada la cuestión de diferencia de intereses, donde se permite plantear la idea de que la incorporación de una serie de puntos fundamentales relativos a este fenómeno, que además se encuentra en relación directa con áreas como la educación, la experimentación, o la propia investigación, que son fenómenos que se encuentran asociados a las dinámicas de trabajo de una parte importante de los *labs*. Es en este aspecto donde se fundamenta la necesidad de construir nuevos marcos de actuación e interacción entre organizaciones y entre los individuos que componen tales organizaciones, de modo que se puedan implantar elementos relativos al funcionamiento eficiente, relacionado con el propio *modus operandi* de una parte importante de los *labs*, incorporando, por tanto, a los aspectos relativos a la mejora de la adquisición de conocimientos (a través de la fundamentación en proyectos), la creatividad, o la experimentación, o la innovación a través de la investigación. Estos elementos, constituidos en el contexto de la parte superior de la pirámide del *knowledge management*, serían los que ayudarían a llevar a cabo un proceso de transformación, donde pudiera observarse un nuevo escenario en el que pudiese plantearse un nuevo nivel de complejidad en torno a la gestión del conocimiento. A este respecto resulta esencial la búsqueda de estrategias, por una parte, y de terminologías, por otra, para dar con la definición de este nuevo escenario que tuviera, además, un componente tecnológico importante, con la inclusión de fenómenos como la simulación que permite la realidad virtual, la interacción con el medio que posibilita la realidad aumentada, la estructuración y jerarquización de la información que ofrece la web semántica, o la gama de posibilidades que ofrece el *big data* o datos masivos, dibujando un escenario donde es en los entornos virtuales parte del nuevos escenario en el que se lleva a cabo parte de la gestión de los datos, la información, y el conocimiento, produciendo a su vez nuevos tipos de interacciones con estos tres fenómenos, y nuevos paradigmas de gestión y organización de la información o el saber.

### 6.3.3. El lab y medialab como estructuras organizativas: perspectiva en torno a la construcción de espacios interactivos

En lo relativo a la propia configuración de las estructuras organizativas, y en cómo se llevan a cabo los fenómenos de convergencia, que dan lugar a la creación de espacios con un componente tecnológico relevante (sobre todo en lo relativo a las tecnologías digitales), y donde, a su vez, se plantean una serie de líneas de investigación relativas a los contextos en los que se puede ejercer un proceso de innovación, basado en fenómenos como la creatividad, el trabajo colectivo, o la experimentación, se hace reseñable describir experiencias que ponen en relieve los procesos de creación colectivos y mediados por tales innovaciones tecnológicas, con el fin de poder vislumbrar la serie de escenarios que conforman los procesos de interacción con el conocimiento y la generación de ideas mediados por el potencial tecnológico.

A este respecto, uno de los escenarios fundamentales (que no el único), donde se llevan a cabo experiencias innovadoras, que combinan líneas de trabajo colaborativo, y que permiten reflexionar en torno a la creación colectiva de un espacio participativo en el que estuvieran inscritos, de modo implícito los procesos en los que se ven implicados perfiles de carácter interdisciplinar, y donde las líneas de conocimiento formen un fenómeno transversal. Si bien es cierto que estos son rasgos que no tienen que encontrarse necesariamente en todos los *labs*, *medialabs*, espacios digitales interactivos o colaborativos, espacios educativos de carácter interactivo, etc. (ya que los hay de carácter público, privado, auto-gestionado, así como de carácter abierto a todo el mundo o a miembros o investigadores), sí que es posible observar una serie de rasgos en común, que tienen como principal exponente gestionar los elementos relativos al conocimiento de un modo en el que la idea de la innovación se encuentre presente, el uso de la tecnología sea un exponente fundamental a la hora de plantear proyectos, y el carácter interactivo de las experiencias desarrolladas, tanto a nivel de experiencia como de interacción entre los sujetos participantes.

Los rasgos fundamentales, asociados al modo de cómo un espacio de estas características, como un *lab* o *medialab*, van a seguir configurándose como espacios donde se puedan observar la combinación de los factores: *innovación*, *creatividad*, *trabajo colectivo*, *participación*, *tecnología*, *interacción*, etc., son puestos en relieve a través de las intenciones de los agentes que lo configuran, y que aportan una serie de perspectivas en torno a cómo se plantean el espacio en un contexto cercano.

Estas perspectivas se ven reflejadas a través de la participación colectiva en la aportación de puntos de vista aproximativos a cómo se pretende construir los espacios de creación colectiva que tienen un fuerte componente tecnológico. A este respecto, un

caso relevante en la fenomenología de la construcción y constitución de tales espacios es el Medialab Prado<sup>50</sup>, donde se ve reflejado un ejemplo paradigmático de participación colectiva, en la que además, los componentes trabajan de manera colaborativa, y teniendo a su vez un *background* en el que se engloba una parte importante de las disciplinas STEAM.

Muchos de los aspectos que se plantean en la construcción de un espacio colaborativo tienen una serie de componentes comunes, que giran en torno a una serie de ejes, en la manera en cómo se va a construir, finalmente, el propio escenario donde sea representado un fenómeno donde pueda ser visualizada una construcción del conocimiento. Es por ello que los fenómenos a los que se hace referencia en el planteamiento para la configuración de un espacio innovador son: *prácticas P2P, plataforma pluralista, economía del procomún y modelos abiertos de negocio* (Bauwens), *uso de sala de exposiciones para la presentación de prototipos* (Canogar), *talleres técnicos e incorporación de herramientas relacionadas con SDKs y lenguajes de programación abiertos, como Processing, Puredata u Open Frameworks* (Barreiro), *acogida de productores culturales y residencias de artistas* (Fernández), *organización ciudadana en internet y open government, así como datos abiertos para los ciudadanos* (González-Barahona), *la inversión en las personas más que en tecnología sofisticada, a la vez que se invita a expertos en diferentes disciplinas a suministrar un contexto de trabajo riguroso* (Liebermann), *la libertad para buscar colaboradores e invitarles a participar, estando en un espacio donde la gente muestra a su vez un interés real* (Minoukadeh), *la incorporación de artistas y profesores en las dinámicas de trabajo, a la vez que se planteen líneas de investigación continuadas que produzcan trabajos colaborativos* (Sugrue), o *networking para ayudar a hacer que los proyectos desarrollados tengan un carácter viable* (Tognazzi). Esta lista compone, por tanto, algunos de los planteamientos en los que se trabaja e investiga en relación a la capacidad de los espacios de creación e interacción colaborativa, con una componente tecnológica intrínseca, que representan, en las dos primeras décadas del siglo XXI, un fenómeno emergente conformando un escenario donde la relación con el conocimiento y la información se produce de un modo interactivo y participativo. A su vez, son las propias tecnologías digitales o las innovaciones en torno al uso de los dispositivos de hardware emergentes, como impresoras 3D, robots de código a abierto, o escáneres en tridimensionales (como es el caso de los nuevos usos que se le da a la *kinect*), los que configuran un nuevo escenario

---

<sup>50</sup> El proyecto *Pensando y Haciendo Medialab Prado* constituye una iniciativa, desde su puesta en marcha en 2011, para la incorporación de mejoras en un espacio que ya de por sí incorpora líneas de investigación que se ven reflejadas en un contexto interdisciplinar, fundamentadas en el uso de tecnologías y el aprendizaje basado en proyectos, así como la promoción, en la mayoría de los casos, de software libre y/o open source, y la participación abierta. En el proyecto a fecha de noviembre de 2014, fueron enviadas 56 contribuciones de expertos, en las que aportaron su perspectiva respecto a cómo se plantean la evolución del nuevo espacio. Las contribuciones se pueden encontrar, de manera íntegra, en:

[http://medialab-prado.es/article/pensando\\_y\\_haciendo\\_medialab-prado\\_contribuciones](http://medialab-prado.es/article/pensando_y_haciendo_medialab-prado_contribuciones)

Visitado en 2014-11-16

de conocimiento de carácter, tal como se viene reflejando, inmersivo, participativo, interactivo, y experimental, incorporando fenómenos de una naturaleza emergente a la idea del *knowledge management*.

#### 6.3.4. Transferencia de tecnología y uso eficiente de la información.

Atendiendo a la diferencia entre los tres aspectos fundamentales, que configuran los tres niveles asociados al contexto de la gestión del conocimiento, es fundamental poner énfasis en dos aspectos fundamentales con los que encuentra una relación inmediata: la *transferencia de tecnología* y el uso eficiente de la información. En el contexto relativo a las estructuras organizativas de las dos primeras décadas del siglo XXI, es de resaltar el fenómeno, acaecido en ocasiones, de sobreexposición a los flujos de información por parte del individuo. A este respecto, cabe mencionar la disyuntiva que tienen a día de hoy las estructuras organizativas, las cuales tienen la necesidad de suministrar información a los sujetos que forman parte de las mismas, sobre todo en la cúpula directiva, siendo esto, además, necesario, pero no suficiente. Además del suministro de información, las estrategias que se plantean dentro del contexto de la gestión del conocimiento, inciden en la necesidad de suministrar, a los sujetos que componen tales organizaciones, de herramientas y estrategias para un desarrollo adecuado de los procesos que permitan gestionar de forma eficiente el conocimiento adquirido, de modo que sea posible, a su vez, la incorporación de los factores antes mencionados, tales como el uso eficiente de la información y de las experiencias adquirida en situaciones previas o mediante la observación de diferentes casos relativos al entorno en el que se quiere actuar en cuestión.

Dentro del funcionamiento de las estructuras organizativas que tienen un carácter de tipo empresarial, se plantea en numerosas ocasiones, la paradoja de la cuestión relativa a una sobreexposición a la información, donde a su vez son observadas una serie de carencias en cuanto a la transferencia de metodologías, estructuras y herramientas, las cuales posibiliten llevar a cabo administrar de un modo eficiente, efectivo, y a su vez, incorporando factores como la creatividad o la innovación, los flujos de información que conforman el contexto socio-cultural de las dos primeras décadas del siglo XXI.

Dentro de los fenómenos relativos a la transferencia de tecnología, y que tiene una implicación directa en el *knowledge management*, es posible observar el *know-how* (el *saber-cómo*, en castellano, o *savoir-faire*, en francés, donde el término es ampliamente extendido) como parte del contexto en el cual se consolidan los aspectos fundamentales de la sociedad de la información, y más concretamente las estructuras organizativas relativas a la incorporación de los nuevos medios, el trabajo colaborativo e interdisciplinar, el uso de cantidades de datos sin precedentes, la presencia de



individuos con un nivel de conocimiento tecnológico que permite plantear una serie de nuevos paradigmas en cómo son administrados los agentes relativos al uso de la información, a la vez que se llevan a cabo acciones que permiten ejercer prácticas basadas en la innovación y donde, tal como se viene reflejando, el factor de la creatividad se refleja como un hecho que tiene una repercusión relevante.

Volviendo al párrafo anterior, no obstante, uno de los aspectos clave que se pretenden reflejar es precisamente la confusión generada, entre información y conocimiento, en la medida en que gran parte de las políticas de suministro de información en las estructuras organizativas, o bien no son las apropiadas, o no han sido abordadas con el enfoque correcto, incidiendo de nuevo en el hecho de que suministrar un tipo de información determinada, aunque tenga un elevado valor implícito per se, no implica suministrar las herramientas necesarias para manejar tal flujo de información, de modo que se hace inevitable incorporar los factores que engloban el uso eficiente de esa información, permitiendo, incluso, ir más allá, y planteando una serie de nuevas líneas de innovación, tal como se viene reflejando en el caso que ilustra el fenómeno asociado al *modus operandi*, por lo menos en contextos generales, de una parte importante de los *labs* y *medialabs*.

La transformación de la información en conocimiento implica una serie de aspectos fundamentales a tener en consideración, y a los que se viene apuntando en la parte introductoria del presente capítulo. De esta manera, para que pueda llevarse a cabo tal proceso de transformación (desde la información al conocimiento, lo que supone el paso a una escala más compleja a nivel conceptual), y que el conocimiento obtenido sea eficiente en términos de operatividad y funcionalidad, la información obtenida en el proceso anterior precisa ser puesta en contexto a través de situaciones observadas previamente en varios campos de acción diferentes, incorporando en la medida de lo posible el factor tecnológico, el planteamiento de nuevas soluciones heurísticas a través del desarrollo y el fomento de la creatividad, teniendo en cuenta las posibilidades que ofrece, en el contexto actual, fenómenos como la simulación, favorecidos la incorporación de la realidad virtual a las diferentes áreas del conocimiento, o las nuevas formas de interacción con el espacio que ofrece la propia realidad aumentada, ejerciendo una influencia notable en la interacción espacial y en consecuencia en la perspectiva con la que son abordadas las experiencias y el conocimiento.

En lo relativo al planteamiento que propone un nivel estructural de carácter más complejo que la propia gestión del conocimiento propuesto por autores como Martínez Méndez (1999), y que encuentra aproximaciones ilustrativas a través de los *modus operandi* implícitos en gran parte de los espacios que se han descrito en el capítulo precedente (*labs* y *medialabs*), es significativo resaltar las propuestas de innovaciones metodológicas que son propuestas en relación al tema abordado, siempre teniendo, en el caso del capítulo presente, como eje principal el *knowledge management*, y a partir del cual van a ser plantados nuevos escenarios donde se vea reflejado un nivel cada vez más

complejo, pero efectivo, de administración del conocimiento, y cuya terminología se encuentra por definir, encontrando a su vez una serie de definiciones que encuentran eco en la literatura de las dos últimas décadas que tiene una implicación directa con la temática (Davenport y Prusak, 2000, Alavi y Leidner, 2001, Dalkir, 2013), que pueda incorporar los aspectos que se vienen señalando. En es caso se haría necesaria una recombinación de la gestión del conocimiento con otros aspectos que pueden ser relevantes en el funcionamiento en las estructuras organizativas, que incorporan ade más factores sociales y ambientales, además de tecnológicos, e incluso, que encuentran una fuerte relación con el mundo de la psicología y las emociones. Es importante además resaltar otra serie de aspectos, como aquello que encuentran una relación directa con el diseño y la percepción de los objetos que componen el contexto de la comunicación, así como la manera en que son percibidos los datos y la información, siendo susceptibles de ser incorporados a este nuevo contexto fenómenos emergentes, relacionados con el diseño, la comunicación y la tecnologías, tales como la visualización de datos o la geo-localización.

Es por tanto que, una vez analizados esta serie de aspectos, la secuencia en la que se ven representados los diferentes grados de organización informacional o de los datos precisan de un nivel de complejidad y efectividad que incorpore parte de los fenómenos englobados en las estructuras organizativas emergentes, como pueden ser los *labs* o *medialabs*, por mencionar sólo dos ejemplos significativos, de los que se ha realizado, además, una descripción. En todo caso, darían una continuidad natural a la secuencia que viene siendo descrita en el presente capítulo del trabajo de investigación que se lleva a cabo: 1) *datos (información en estado puro, sin ningún tipo de procesamiento ni puesta en contexto)*, 2) *información (obtenida después de un proceso de cálculo, condensación, contextualización y procesado de datos)*, 3) *conocimiento (combinación de la información con experiencia previa, capacidad de actuación, comprensión del contexto global en el cual se ejerce la acción, y donde se incorporan fenómenos como la intuición o la propia gestión de las emociones)* y 4) *correspondiente a un grado de complejidad inmediatamente más sofisticado que el nivel al que se observa el conocimiento (que incorpora un profundo conocimiento de las herramientas tecnológicas, las relaciones y las interacciones humanas, las relaciones, a su vez, con el propio entorno, la capacidad de generar, de modo heurístico, una línea de investigación y pensamiento de carácter crítico, fundamentada en las experiencias previas y la necesidad implícita de innovar, o la propia capacidad de recrear experiencias en entornos donde se produce una serie de interacciones con otros individuos, en concreto con aquellos donde éstos poseen un perfil multidisciplinar.*

### 6.3.5. Gestión del conocimiento y su importancia en las organizaciones.



Figura 20. Conferencia en TED de David Mc Candless (2010) *La Belleza de la Visualización de Datos*, donde se exponen varios fenómenos relativos a la relación del individuo con los flujos de información, y el reto que supone la gestión y el abordaje de los procesos de comunicación de tal flujo de información en el contexto presente.

McCandless propone, durante su exposición, el uso de la vista como principal medio de transmisión de la información y el conocimiento, siendo la visualización inmediata, gracias a la posibilidad que ofrecen una la representación de carácter intuitivo y simbólico de tal información, una estrategia altamente eficiente para el tratamiento de una cantidad de datos elevada, como es en el caso de la sociedad de la información y

de la comunicación a día de hoy.

En la imagen, se refleja la intensidad del miedo a un número determinado de posibles catástrofes en los Estados Unidos, los cuales son visualizados a partir de un gráfico cuya eficacia comunicativa se pone de relevancia en su capacidad de representación, y donde, con una simple ojeada, se obtiene una cantidad de información relevante.

Recuperado en 2014-11-12 de

[http://www.ted.com/talks/david\\_mccandless\\_the\\_beauty\\_of\\_data\\_visualization?language=es#t-192366](http://www.ted.com/talks/david_mccandless_the_beauty_of_data_visualization?language=es#t-192366)

Mc Candless es, además, infografista en el sitio web de visualización de datos <http://www.informationisbeautiful.net/> (Recuperado en 2014-10-08)

*Data is the New Oil*<sup>51</sup>. Este concepto representa la idea de que en una sociedad donde el flujo de datos es desmesurado, como en la actual, y en donde la tendencia no deja de ir in crescendo (ya ha sido mencionado, en múltiples ocasiones, el *big data*), es relevante la importancia de extraer de forma adecuada los datos para poder utilizarlos de forma eficiente, constituyendo, además, un recurso que se encuentra en abundancia. Toonders (2014) sostiene que las similitudes de los datos con el petróleo ponen en relieve el hecho de contar con un recurso de un valor elevado, cuya extracción, gestión, administración, comunicación y utilización resulta esencial aprender para que pueda ser producido un impacto significativo en el contexto social, organizativo o económico. Esto tiene relevancia, más si cabe, cuando se hace referencia a las propias infraestructuras de datos en las estructuras organizativas, que tienen la tendencia a ser lo que comúnmente se denomina un centro de provecho<sup>52</sup> (*profit center*), y teniendo relevancia, además, el fenómeno del *big data*<sup>53</sup>, o datos masivos. El contexto de la sociedad de la información y la comunicación permite, por tanto, una aproximación a la incógnita planteada en su origen por Martínez Méndez (1999) en la que se expone la necesidad de incidir en la profundización de estrategias que permitan acceder a este nuevo nivel de complejidad inmediatamente posterior al de la gestión del conocimiento. Este escenario, sería configurado, además, como un contexto en el que los datos son, además, capaces de inspirar y generar ideas en los agentes implicados, incidiendo de nuevo en las mecánicas que configuran en funcionamiento de los espacios mencionados en el apartado precedente, y que, además, forman parte del objeto de estudio del presente proyecto de investigación.

<sup>51</sup> *Los datos son el nuevo petróleo*. Esta afirmación es realizada por Toonders (2014) en la versión online de la revista Wired, en un artículo titulado *Data is the New Oil of the Digital Economy*. Recuperado en 2014-11-25 de <http://www.wired.com/2014/07/data-new-oil-digital-economy/>

<sup>52</sup> Un centro de provechos es la parte de una estructura organizativa, de carácter fundamentalmente corporativo, que se ocupa del área relativa al cálculo de los beneficios, los ingresos, y los gastos, usando metodologías relacionadas con la investigación y el uso de los datos y la información que se encuentra disponible.

<sup>53</sup> <http://www.multivu.com/mnr/58095-rick-smolan-human-face-of-big-data-project-globally-crowdsourced> Accedido 2014-10-20

## 6. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DE LA CUESTIÓN

Es por ello que en las estructuras organizativas se observan una serie de elementos que realizan una serie de aportaciones significativas a la reflexión en lo relativo a las dinámicas de funcionamiento de los espacios de carácter interactivo, que inciden en la incorporación de perfiles interdisciplinarios, relacionados con una amplia gama de sectores del conocimiento (STEAM), y que a su vez, ponen en relieve, una vez más, la necesidad de confluir con la tendencia de incorporar tecnologías digitales, y de hacer un uso eficiente de las mismas en la medida de lo posible. Esta confluencia no obstante, puede ser observada en un fenómeno de convergencia terminológica dentro de las estructuras corporativas (fundamentalmente empresas), o de carácter educativo (universidades, colegios, centros de educación secundaria, centros de formación continua, etc.), así como en los espacios emergentes que vienen siendo mencionados en el presente trabajo de investigación, encontrando una serie de elementos fundamentales que ayudan a la comprensión de las dinámicas en torno a las que ejercen su funcionamiento:

*Activos intangibles:* Los activos intangibles encuentran varios niveles de representación, según se haga referencia a individuos o a estructuras organizativas propiamente dichas, entre las que se incluyen los ejemplos previos, referidos en el párrafo anterior. En el caso de los individuos, los activos intangibles son las ideas que tal individuo puede aportar, además de los valores intrínsecos que posee como persona, la motivación que tiene para incorporarse a un proyecto, o la experiencia y el conocimiento adquirido a lo largo de un periodo de tiempo. Por otro lado, en el caso de una estructura organizativa, los activos intangibles constituyen elementos tales como la propia marca, la imagen que proyecta hacia el exterior, la reputación (tanto *analógica* como *digital*), e grado de conocimiento que adquiere a través del desarrollo de proyectos que tengan una fuerte componente basada en la investigación, el conocimiento científico-tecnológico generado por la propia organización, y adquirido, a partir de la transferencia de conocimiento, o la forma en que la estructura organizativa interactúa con los clientes o con otras entidades u organizaciones (en el caso de las que son de carácter corporativo), los estudiantes (en el caso de los centros educativos) o los agentes implicados en los proyectos y otros organismos (en el caso de los espacios emergentes para la creación y la tecnología, tales como los *labs* o los *medialabs*).

*Capital intelectual:* El capital intelectual encuentra una relación intrínseca y directa con los activos intangibles, correspondiendo a todos aquellos bienes inmateriales e intangibles que encuentran a su vez relación con la producción y almacenamiento de conocimiento, dando lugar a fenómenos como la producción de ideas o los aspectos fundamentales que definen la innovación. Es común aplicarlo a los contextos de carácter social, académico y organizativo, en una línea que marca una clara diferencia con el propio capital físico. A su vez, el capital intelectual encuentra una división en tres grandes bloques fundamentales, que son enumerados a continuación: Se diferencia en tres grandes bloques, 1) *capital organizacional* (relativo a los elementos de carácter organizativo), 2) *capital humano* (competencias y destrezas de los individuos que

componen la organización), y 3) *capital relacional* (el que hace referencia a las interacciones con los agentes a los que va dirigida la producción de la organización, como estudiantes, clientes, colectivos sociales, etc.). La propia noción del conocimiento es puesta en relevancia cuando se observan y consideran los factores relativos al capital organizacional, humano y relacional, encontrando por lo tanto un área de convergencia relevante en lo tocante a su relación con el ya referido *knowledge management*.

*Organizaciones inteligentes:* Consisten en estructuras organizativas que se muestran capaces de gestionar el conocimiento de manera que la propia entidad llegue a efectuar un proceso de aprendizaje derivado de dicha gestión, y que le posibilite, como consecuencia de la adquisición de tal conocimiento, tener la capacidad de generar ideas y soluciones de carácter heurístico y creativo frente a los diferentes aspectos a los que se va a ver confrontada tal estructura organizativa, mostrando un elevado grado de capacidad de hacer frente a los retos y desafíos que se presentan en un contexto de carácter cambiante. Tales estructuras organizativas de carácter inteligente se basan, pues, en potenciar de forma generalizada los ámbitos del saber y del conocimiento entre los agentes que la conforman (o individuos), de manera que, en la medida en que se van incorporando e implementando metodologías que dan lugar a procesos de adquisición de conocimiento y avances y mejoras en la propia estructura organizativa, esta va adquiriendo la capacidad de actuar como una entidad inteligente. Ello le permite, por tanto, efectuar progresos en tanto que organización estructurada que incorpora, de manera inherente en muchos de los casos, la gestión del conocimiento, los contenidos, o los propios datos. Es debido a esta serie de aspectos destacados que una organización inteligente se configura como una estructura organizativa que presenta una capacidad elevada para administrar, gestionar, y poner en contexto los datos obtenidos, observados y analizados, y que implementa, a su vez, los aspectos descritos en el presente capítulo, los cuales hacen referencia a la cima de la pirámide en el contexto del *knowledge management*, de modo que una organización inteligente presenta, a nivel, general, un funcionamiento más eficiente, así como una mayor tendencia a la innovación.

### 6.3.6. Conocimiento, comunicación y procesos de aprendizaje

El rol como mediador que ofrecen los agentes implicados en las estructuras organizativas parten de un punto de referencia que ha sido desarrollado en los últimos tiempos: *el individuo (o agente implicado en la estructura organizativa) ya no es almacenador de conocimientos, sino que, por el contrario, es transmisor e impulsor del conocimiento en otros individuos o agentes implicados*. Esta línea de argumentación aproximativa se encuentra en consonancia con la descripción que realizan Guillén-Nieto y Aleson Carbonell (2012, p. 436) en torno al desplazamiento y transformación de los modelos adquisición y transmisión del conocimiento, describiendo una tendencia generalizada

que viene siendo reflejado a lo largo del presente trabajo de investigación: *el desplazamiento de un modelo instruccional basado en la memoria y en la fijación de contenidos, a un modelo basado en la capacidad de encontrar y hacer uso de la información*<sup>54</sup>, lo que también es aplicado en las estructuras organizativas de naturaleza corporativa, o en los espacios de conocimiento, creación y uso de la tecnología, de carácter emergente (*labs y medialabs*)<sup>55</sup>. No obstante, este proceso de transformación se viene dando de forma continua desde que se pone de relevancia el fenómeno de la industrialización de la información, a partir del auge del modelo fordista, por una parte, y que viene a su vez sufriendo un proceso de mudanza durante todo el contexto post-fordista.

Es por ello que el agente que conforma la estructura organizativa (individuo) posee un elevado nivel de acceso a la información, a través del uso de las tecnologías digitales, la posibilidad de interacción con entornos que presentan diferente grado de virtualidad (continuo de la virtualidad), y la existencia de un elevado nivel de intercambio de información en tal contexto virtual. A este respecto, cabe mencionar, de hecho la transformación del rol de tal agente implicado, se relaciona más bien, en el contexto de la era de la información y la comunicación, con el de un *mediador del conocimiento* o un *impulsor de acciones, eventos, operaciones y maniobras, que propicien el acceso al conocimiento, su uso eficiente, y el desarrollo de un punto de vista crítico*.

Desde una aproximación centrada en el contexto educativo, se pone, énfasis, de nuevo, en aquellas tendencias que vienen siendo descritas en la literatura científica en el ámbito referido, donde se aborda, desde numerosas perspectivas el propio rol del docente. En un contexto en el cual, las tecnologías digitales y la interacción con los espacios virtuales, así como las redes, posibilitan un escenario sin precedentes en el que la capacidad de acceso al conocimiento tiene una dimensiones sin precedentes, los roles de los principales agentes sociales, retentores y transmisores de conocimiento (en su mayor parte docentes), han sufrido un proceso de transformación en relación, por una parte, a la relación de intermediarios que ejercían con una fuente de información inmediata, y por otra, en que ya no se constituyen más como los agentes transmisores, sin que eso signifique, no obstante, una pérdida importancia en lo referente al nuevo rol que ejerce. En este contexto, el docente se plantea como un mediador de la transmisión del conocimiento que adquiere el estudiante, comúnmente por otras vías, como es el caso de internet. También es relevante el rol de estimulador de la búsqueda del conocimiento y el pensamiento crítico hacia el estudiante, propiciando igualmente la creación de un espacio/ambiente<sup>56</sup> idóneo para que se desarrolle el proceso de aprendizaje. Un

<sup>54</sup> Lo que encuentra una relación directa con la pirámide que modeliza la gestión del conocimiento, como puede ser observado en el texto introductorio.

<sup>55</sup> Siendo en este contexto más pronunciado, si cabe, y formando parte intrínseca de la propia naturaleza de estos espacios, las dinámicas emergentes de la relación del individuo con el conocimiento.

<sup>56</sup> La relación del docente con el espacio y el entorno (también virtual, aumentado, o interactivo), centran los esfuerzos del presente trabajo de investigación. Es por ello que se subraya la



proceso de aprendizaje de esta naturaleza en un contexto actual tiene a venir acompañado de un proceso de reflexión y asimilación, en muchísimas ocasiones, crítica, por parte del estudiante. A su vez, se observan fenómenos inherentes a tales procesos de aprendizaje, como la propia capacidad de generación de ideas, por parte del alumno, o la incorporación de métodos que ya han sido descritos previamente, como el *learning-by-doing* o el aprendizaje basado en proyectos. En estos contextos, parte de la adquisición del conocimiento (incluyendo el proceso de reflexión crítica), se realiza a través de la práctica (proveyendo, además, los espacios virtuales, la capacidad de establecer una simulación, y la realidad aumentada, principalmente de favorecer la interacción), donde se encuentra muy presente el ensayo-error.

Es por ello que los procesos de interacción, simulación e inmersión, resultan, a día de hoy, fundamentales para comprender los contextos en los que se genera el conocimiento, cómo se adquiere, y cómo se producen las mejoras en el estado de la cuestión. A su vez, el desarrollo y las aproximaciones a la creatividad, la cual conforma un pilar fundamental del presente trabajo de investigación, permite la incorporación de aspectos propios fundamentales en cada sujeto o agente (individuo) para la contribución a la generación del conocimiento, posibilitándole el desarrollo de sus propias ideas y contenidos. Es por ello que los procesos basados en la práctica (ya sean en el contexto educativo, como en la investigación, o en otras áreas o estructuras organizativas) posibilitan un mayor protagonismo a los agentes implicados, de modo que se configuran como agentes activos.

Los factores asociados a la práctica interactiva e inmersiva, pueden ser, en parte, "extrapolados desde el ámbito de los *serious games*, los entornos virtuales, y la realidad aumentada, y parten de la base del alcance masivo de las tecnologías digitales interactivas y el aprendizaje basado en experiencias" (Mayo, 2007, pp. 32-34, en Guillén-Nieto y Allesson Carbonell, 2012, p. 436), donde a su vez se encuentran presentes los fenómenos referidos con anterioridad en la presente sección: aprendizaje basado en la investigación e indagación, establecimiento de objetivos y metas, cooperación y colaboración entre los agentes implicados (alumnos y docentes, cuando lo que se describe es el contexto educativo, aunque entran otros agentes en juego<sup>57</sup>),

---

necesidad de abordar aspectos teórico-prácticos en lo relativo al continuo de la virtualidad en relación a la importancia del ambiente y del espacio en el contexto de las ciencias del aprendizaje actual, unido a otros factores.

<sup>57</sup> Otro de los agentes implicados en modelos educativos de carácter emergentes, como son las pedagogías libres, es el denominado *acompañante*, que se ve reflejado en experiencias de carácter educativo con videojuegos (ArsGames <http://arsgames.net/> Recuperado en 2014-12-01). Tal *acompañante*, tiene un rol de convergencia entre el uso de videojuegos y el espacio, además de constituirse como una figura de orientación, pero no condicionante de las actividades que se lleva a cabo en los espacios en que son utilizados los videojuegos para el aprendizaje. En este espacio, los alumnos tienen la posibilidad de tomar una serie de decisiones en torno a sus actividades, como por ejemplo jugar a juegos o diseñar el suyo propio, entre otras, con lo



adjudicación de un tiempo concreto para el desarrollo de los proyectos, incorporando la gestión eficiente del tiempo, o una continuidad en el *feedback*, lo que posibilita hacer correcciones e incorporar mejoras en un proceso constante.

Esta línea de argumentación también señala una interacción bidireccional entre los agentes implicados (Guillén-Nieto y Aleson Carbonell, 2012, p. 436), señalando la importancia de esa transformación de los roles y de los modelos de transmisión del conocimiento y su mediación en torno al mismo. Es por ello que el desplazamiento del modelo instruccional hacia otros modelos basados en la interactividad, en las relaciones sociales, en el trabajo colaborativo, la creatividad y el desarrollo de ideas, se está conformando no sólo en el ámbito educativo<sup>58</sup>, sino en los contextos corporativos, que están implementando nuevas estrategias de acciones y relaciones con los agentes implicados, o en los espacios emergentes, cuyo carácter participativo está marcando una serie de tendencias que vienen siendo reflejadas en el presente trabajo de investigación.

---

que al mismo tiempo es experimentada su capacidad de decisión y reflexión en torno a los propios objetivos, las competencias, y las posibilidades de desarrollo de los propios proyectos.

<sup>58</sup> Se vienen llevando a cabo en el contexto presente experiencias que tienen relación con la implantación de elementos tecnológicos emergentes en el aula, tanto en el ámbito formal como informal. Las tecnologías incorporadas forman parte del continuo de la virtualidad, lo que permite profundizar en la reflexión en torno a la incorporación de tecnologías de realidad virtual, aumentada, o mixta, en relación a la naturaleza del espacio físico y el impacto que va a tener en tales contextos. Tales experiencias, que además tienen un carácter constructivista, tal como se viene reflejando con anterioridad, van desde el uso de entornos de aprendizaje de programación (*Scratch*, *Kodu Game Lab*), hasta la incorporación de la robótica y los videojuegos a los contextos de aprendizaje situado (workshops y talleres), los que conforma el proceso de reflexión a lo largo del presente trabajo de investigación. Ello supone profundizar más en la transformación esencial del rol de los agentes implicados, potenciando ese papel mediador en detrimento del rol tradicional de trasmisor puro del conocimiento.

## 6.4. Realidad y Meta-realidad: Perspectiva y Conceptos de las Manifestaciones Artísticas en Espacios Digitales y Conceptuales

## 6. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DE LA CUESTIÓN

### 6.4.1. La realidad en el continuo de la virtualidad: Perspectivas artísticas y geo-políticas en espacios virtuales. Concepto de metaverso.

La evolución del concepto de metaverso y los diferentes niveles de realidades asociadas a tal concepto, hace que el espacio digital se configure como un marco de exploración y experimentación creativa, que potencie y active nuevas aplicaciones prácticas y propuestas conceptuales. Las posibilidades abiertas a la innovación en los diferentes campos de la creación artística, y/o en los procesos de elaboración y exhibición audiovisuales y multicanal, han condicionado la evolución formal y conceptual de los espacios digitales, y por ende, del continuo de la virtualidad y los metaversos que conforman una parte implícita del propio espacio digital. Esta evolución ha sido impulsada de manera exponencial, debido en una parte considerable a la incorporación de procedimientos de trabajo y métodos colaborativos que anteriormente no eran posibles, debido a la limitación del espacio físico. En cierto modo, el continuo de la virtualidad es una proyección de la realidad física, y una prolongación de la misma hacia otra concepción del espacio diferente, pero que hunde sus raíces en el espacio físico.

El espacio y el continuo, entendidos a su vez, como un medio de organización y construcción de metaversos y niveles de realidad-virtualidad, se convierten a su vez en un objeto de estudio en las últimas décadas (Bertol y Foell, 1997), de manera que durante un tiempo se realiza un proceso de reflexión y una aproximación a varios tipos de analogías reflejadas entre la realidad virtual y el espacio físico. El espacio es, según esta aproximación, la entidad que penetra en la esencia de las representaciones de las estructuras (como puede ser la arquitectura), de manera que encuentra una analogía retórica en el mundo virtual, debido a las posibilidades de representación 3D existentes. A partir de la incorporación de nuevos conceptos relativos al espacio en épocas más recientes, tales como la geolocalización, en donde la realidad virtual confluye con el espacio físico, representándose, situándolo en el espacio y ampliando el flujo de información hacia el usuario y generando referencias con la realidad física.

Este marco conceptual emergente permite a su vez la proliferación de nuevas aproximaciones de la discursiva teórica y conceptual que describe los fenómenos en los espacios digitales, de manera que implícitamente los discursos que ponen su foco en el arte, la creatividad y la educación, citando tres ejemplos característico asociados a la línea de investigación, soportan necesariamente un proceso de transformación continuo. De este modo surgen modelos experimentales de arte y de interacción en los entornos educativos, formatos innovadores y propuestas novedosas que prosperan al amparo de

las tecnologías digitales, y por ende en aquellos espacios asociados al continuo de la virtualidad en sus diferentes dimensiones.

### 6.4.2. El constructo del entorno virtual y el foco en la transdisciplina

Las tendencias de creación en entornos inmersivos y colaborativos en interconectados y puestos en relación con las tecnologías relativas al continuo de la virtualidad, se encuentran estrechamente ligadas a la estructura inmaterial (digital) que los aloja, en tanto que se teoriza sobre la complejidad de las numerosas realidades en los niveles del continuo, que son construidas a base de unidades computacionales y/o matemáticas, a la manera de la física y la química en el espacio físico. Esta aproximación teórica da lugar a un concepto de espacio en un sentido amplio del término, dejando atrás la idea de que el espacio virtual se conforma como una mera figura retórica del espacio físico. Al contrario, el metaverso, entendido como un concepto que engloba la idea de *mundo* o *universo* dentro del contexto de la realidad virtual, y teniendo particularidades propias de un mundo, describe las diferentes realidades intangibles en un entorno digital, pero ateniéndose a características propias que no llegan a comprender el conjunto del espacio digital en sí, ya que no todos los elementos que conforman el espacio digital se circunscriben en metaversos.

La ambigüedad original de la definición del término de metaverso ha evolucionado de manera considerable desde la obra de Stephenson (1992), debido también a los avances de los dispositivos tecnológicos, de los entornos de realidad virtual, de la incorporación al continuo de realidad-virtualidad de la realidad aumentada -el término es acuñado en 1992 por Caudell y Mizell (en Caudell y Mizell, 1992), siendo posterior al concepto de realidad virtual-. Existe una tendencia que configura el metaverso y el espacio virtual como un constructo que debe de tener la tendencia a amoldarse a nuestros deseos y expectativas, al menos en una parte considerable. Por ello, la idea del *metaverso universal*, como una metáfora o una representación retórica de una suerte de teoría del todo, forma parte del espacio de la utopía.

El avance de los dispositivos y herramientas de carácter multimedia, permiten interactuar en los entornos digitales dentro un marco de comunicación-interacción multicanal, que posibilita diferentes grados de inmersión. Para ello son fundamentales tecnología apropiada y que el usuario se encuentre en el contexto físico espacial adecuado, especialmente en lo que se refiere a niveles de inmersión de la realidad aumentada, y, en menor medida, de la realidad virtual.

A partir del concepto de laboratorio, que es en realidad un constructo entre el espacio y los medios disponibles para crear, interactuar y experimentar con la realidad (y en el

contexto multimedia interactuar a su vez con la realidad virtual), se realiza una aproximación a las experiencias transversales que ponen el foco en las diversas manifestaciones de la creación a lo largo del continuo de la virtualidad, pudiéndose incluir la creación artística y el net.art, pero también las aplicaciones en áreas del conocimiento. De este modo se pone a su vez el foco en la transversalidad de las áreas del conocimiento que pueden ser abordadas desde el continuo y el espacio virtual (potencialmente la totalidad), donde las fronteras retóricas, definitorias y descriptivas, se encuentran diluidas. Y esta disolución de las fronteras puede ser percibida claramente en las ciencias de la educación, la divulgación científica, la investigación, o la creación y la divulgación artística, donde tendencias como el net.art (y otras análogas) se solapan con otras áreas del conocimiento como la computación o la ingeniería, por citar solamente algunos ejemplos

Parte del marco teórico del presente trabajo de investigación realiza una serie de descripciones basadas en estudios documentales de diversas manifestaciones surgidas alrededor del contexto de los metaversos o los entornos virtuales. Tales manifestaciones abordan los diferentes niveles del continuo de la virtualidad, y engloban, en términos generales, el conjunto de las disciplinas STEAM (Harrell y Harrell, 2011), de manera que los nuevos espacios de creación otorgan una nueva dimensión a la comprensión de los laboratorios, los espacios de creación colectiva e interacción, a través de la inclusión de las disciplinas artísticas, en su acepción más amplia, dentro de las disciplinas STEM, creando espacios de convergencia a través de las *comunidades reflexivas* y los diferentes niveles de superposición transdisciplinar, interdisciplinar y multidisciplinar. A este respecto, el mundo real y los entornos virtuales poseen un potencial notable a la hora de fraguar proyectos colaborativos, participativos y con un elevado componente comunicacional, de modo que también se hace preciso un análisis teórico y descriptivo de los orígenes de tales procesos.

### 6.4.3. Meta-realidades: espacio virtual y el espacio conceptual

El espacio de realidad virtual, y por extensión metaverso, entendido como un lugar de existencia teórica (virtual/imaginaria), constituye un concepto genérico y desprovisto a priori de toda particularidad cultural o geográfica, en lo tocante al entendimiento de su carácter multidimensional, lo que lo convierte en un objeto de estudio que puede ser desglosado en diversas *meta-realidades* (o realidades posibles o abstractas derivadas). Estas *meta-realidades* también vienen a conformar lo que Bourdieu (1993) denomina *espacio de posibles*, que tienen especial relevancia en el mundo virtual, y son susceptibles de ser modificadas debido a su naturaleza. El espacio de posibles que engloba las meta-realidades, como parte del imaginario, permite una aproximación específica a los distintos fenómenos que forman parte de una cultura global, ya que una

parte de los fundamentos de tal cultura se basa en nuestros deseos, miedos, creencias o imaginarios individuales o colectivos. De esta forma van a servir para describir las particularidades artísticas, culturales o geográficas, entre muchas otras, que se encuentran subordinadas al cambio continuo de la realidad y las necesidades, como en el caso de la incorporación de tecnologías inmersivas que permiten al usuario interactuar en tiempo real con las artes, la ciencia y la tecnología, implicando el conjunto de los sentidos.

Vistas tales meta-realidades, y en su relación con los entornos de realidad virtual y los metaversos, la amplitud del término y sus usos van más allá de los postulados teóricos en un principio narrados por Stephenson (2000) en *Snow Crash*, que han sido posteriormente teorizados por autores como Castronova (2001), Borsook (2004) o Johnson (2006), o las implementaciones en la vida real llevadas a cabo por Jackson (1993), *Sensemedia* (mediados de los 90) o *Active Worlds* (1997), y posteriormente las aplicaciones de *The Croquet Project*, *The Open Source Metaverse Project* o *Networked-Performance* (2004), que muestran tan sólo una reducida fracción de la cantidad de líneas de acción e investigación surgidas al amparo de de los entornos de realidad virtual y los metaversos, a través de tales meta-realidades.

#### 6.4.4. Ecosistemas virtuales e intervenciones. Enfoque desde una perspectiva geo-espacial: aproximación a la idea de interacción.

La noción de espacio, entendido como el conjunto de dimensiones que albergan la realidad que va desde el entorno físico hasta la realidad virtual, ha sido testigo de un proceso de transformación, a modo de figura retórica, propulsado por el rápido desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y de la ampliación de las funciones asociadas a los dispositivos tecnológicos a través de los cuales se puede acceder a los diferentes niveles dentro del continuo. Las analogías y coincidencias que presentan el espacio físico y el espacio digital-virtual permiten establecer un diálogo a lo largo del continuo realidad-virtualidad, de modo que la migración o la transferencia se da a priori de forma natural (los metaversos se caracterizan por ser tridimensionales y se desarrollan en una línea de tiempo, aunque la ficción narrativa ha aportado ciertos matices a dichos parámetros que obligan a ponerlos en revisión, de manera que se transforman en ocasiones en universos complejos).. En términos retóricos, los entornos de realidad virtual, los metaversos, y las meta-realidades que son descritas vienen a ser una reproducción, y a su vez una metáfora, del original (el espacio físico), aunque no siempre se dan al mismo tiempo estas dos condiciones. La construcción de una realidad especular y no obstante independiente del entorno físico (salvo por la necesidad de establecer un soporte

asociado al dispositivo y los servidores), sería el resultado de la concepción teórica que lleva a realizar un estado del arte del continuo realidad-virtualidad en su faceta más cercana a una proyección retórica y conceptual, más alejada del plano heurístico y del desarrollo. Tal realidad especular no puede ser considerada como un reflejo en sí mismo del espacio físico, salvo tal vez en algunos estratos evolutivos de la concepción y desarrollo de un espacio virtual, a través de la proyección de las necesidades y los deseos de los diseñadores, los desarrolladores, y finalmente los usuarios. En no pocas ocasiones, los espacios de realidad virtual llegan a regirse como un ecosistema.

Dicho espacio digital se encuentra, además, sometido a ciertos procesos de intervención que permiten, gracias a instrumentos tecnológicos disponibles, cada vez más interactivos, una construcción del mismo de un modo participativo y colaborativo (los metaversos en concreto tienden a ser espacios comunes, lo que contribuye a destacar el potencial colaborativo de tales espacios), y cuyo desarrollo dependerá al mismo tiempo de la capacidad inmersiva del propio entorno en relación al individuo. Cerda Seguel (2008, p. 16) afirma que *el proceso de intervención dentro de dicha realidad es llevado a cabo por un demiurgo que desarrolla territorios a partir de una visión artística, una posición política, un compromiso social o ecológico, que podrá tal vez representarse a sí mismo a partir de un avatar que habite virtualmente su territorio y que faculte a otros para entrar como avatares que habiten un KML extenso*. El punto de inflexión que Cerda Seguel aporta en lo relativo a la intervención inmersiva en los espacios de realidad virtual y los metaversos, permite una aproximación a las nuevas tendencias de las artes digitales, entre ellas el net.art, en las que el propio artista modula un espacio de realidad inmaterial a través de dispositivos de interacción con el medio virtual.

La habitabilidad virtual de territorios descrita por Cerda Seguel presenta además la problemática de la paradoja del observador espacial desde dos puntos de vista simultáneos, lo que viene a denominar como paradoja del espejo ascensional. De este modo, una representación fidedigna del espacio físico, dentro de un entorno virtual observado por un espectador (que inevitablemente se mueve en ese espacio físico como individuo material, incluso aunque interactúe con el dispositivo que le permite acceder al espacio virtual) plantea la cuestión del elemento de ficción de las representaciones de los espacios reales en entornos intangibles, en relación al observador:



*Nos encontramos ante un planeta físico registrado por satélites por medio de fotografías aéreas en momentos relativamente recientes. Así, somos observadores, observados y este círculo nos asciende hasta las esferas del pensamiento y la imaginación, al nivel tanto individual como planetario (noósfera). Esto plantea un primer nivel de paradoja: observamos, manipulamos y poseemos un mundo que es una representación real de la tierra habitada (Observador hiper-reflexivo y creativo)."*

(Cerde Seguel, 2008)

Esta noósfera, conjunto de conexiones inteligentes que constituye un ecosistema (y por tanto un entorno digital conformado por unidades de información) sitúan a dicho observador hiperreflexivo y creativo en una posición privilegiada a la hora de desarrollar una intervención a través de los procesos inmersivos en dichos espacios digitales. Dicho de otra manera: el observador se comporta en realidad como un usuario capaz de manipular parte de su realidad a partir de una realidad virtual que permite intervenir en el espacio físico.

El proceso de intervención en el espacio físico y la realidad a través de representaciones remite a la dualidad que supone lo intangible en tanto que constituyen unidades de información, y al mismo tiempo a la materialidad y complejidad del espacio físico, que el artista-creativo ha querido siempre modificar e interpretar. Esto es más evidente en el contexto actual, en el que muchas de las creaciones han migrado a un entorno inmaterial donde los recursos son en cierto modo ilimitados, en la medida en que no son competitivos, ya que la adquisición de recursos en los entornos virtuales no repercuten en la falta de recursos del resto de usuario que interactúan con el mundo virtual. El problema de acceso a tales recursos digitales radica en una brecha digital entre un mundo con acceso a los procesos de inmersión a través de las Tecnologías de la Información, y otro mundo que carece de las herramientas apropiadas para acceder a los recursos de la información, es decir, los dispositivos tecnológicos (computadoras, tablets, smartphones), que son al fin y al cabo objetos físicos.

Pisticelli, (2002, p. 65) lo describe de este modo: *Nuestro fin de siglo emerge a un mundo dualizado, crecientemente organizado alrededor del manejo de la información y de los (in)materiales en el norte, y la división social del trabajo sucio en el sur*

Dichas diferencias norte-sur no dejan por otra parte de ser una analogía que presenta coincidencias con la dualidad físico-digital, que en gran medida asocia el hecho de poder acceder a la realidad virtual, al progreso, en la medida en que permite el acceso a una cantidad considerable de recursos intangibles pero con un valor intrínseco notable, como es la información, y por consecuencia, la educación. Dichos recursos

intangibles, implícitos en los entornos virtuales, dan paso además a lo que Pisticelli (2002) denomina la era de *alfabetismo de masas*, gracias al fenómeno de la transmisión de la información, producida en muchas de las ocasiones de manera viral, y gracias a una implantación exponencial de las nuevas tecnologías, en cada vez más ámbitos y partes del mundo. Devauchelle, Platteaux y Cerisier (2009) engloban este acceso a la información dentro de la cultura digital y de la información.

Retomando la idea del metaverso como un ecosistema, y dejando en segundo plano, no obstante, el elemento de intervención directa por parte del observador creativo, una analogía directa que a su vez sirve para ilustrar una experiencia pionera es *Tierra Project* (Ray 1991, pp. 489–531). Dicho proyecto constituye una de las experiencias más aproximativas de lo que puede constituir un ecosistema digital con autonomía propia, ya en la década de los 90. Un paso para la teorización de un *metaverso salvaje* (en la medida en que no es intervenido todavía por el usuario de manera directa) no se encontraría por tanto muy alejado, existiendo experiencias al respecto que utilizan el elemento aleatorio, si bien es cierto que esta idea entra dentro del campo de la experimentación.

El experimento, supervisado por el propio Thomas Ray, es una de las experiencias de propagación en red más innovadora. Consiste en un software de vida artificial en el cual unos códigos se reproducen, de manera autónoma, al modo en que lo hace un ecosistema biológico, hasta llenar por completo la memoria de un ordenador. Posteriormente las unidades de ese ecosistema fueron expandidas por la red (*el lenguaje es un virus*, parafraseando a William Burroughs), y numerosos voluntarios de todas las parte del planeta conectadas por entonces, ofrecieron sus ordenadores para que estas criaturas lo invadieran. Además, los individuos o criaturas generadas por el sistema, poseían varias cualidades inherentes a los seres vivos, entre las que están la auto replica, la evolución, la mutación y la recombinación (sin las cuales hubiera sido imposible que se diera la expansión del sistema en el espacio virtual).

Estas experiencias en red y espacios digitales constituyen una analogía con los conceptos ya mencionados de noosfera y de ecosistema, lo que confiere a los espacios virtuales interconectados, como internet, el carácter de una estructura organizativa y orgánica, no exenta, en numerosas ocasiones, de los componentes la propia naturaleza que se asocian a las teorías del caos. Borsook (2004) concibe el carácter auto-organizativo de la red y los entornos interconectados, no obstante, como un elemento sin precedentes en la historia de los distintos intentos de autoorganización, al describir Internet como *la mayor creación de instancias de autoorganización jamás vista en el planeta*, que, además *evoluciona de manera descentralizadamente díscola a la denominada Fuerza de producción de tareas en Internet (IETF o Internet Engineering Task Force)*.

La espontaneidad con que el observador creativo e hiperreflexivo observa e interviene en el espacio inmersivo y en la red (desde el enfoque a esta aproximación de usuario), confiere a ésta un carácter de democratizante, lo que hace reflexionar en torno a las posibles formas de extrapolar este carácter democrático a universos virtuales tridimensionales cuya complejidad radica en su propia naturaleza, de manera que las meta-realidades ejercen un rol esencial en tal proceso. Borsook (2004), refiriéndose al papel que internet y las redes confieren al individuo que interactúa con los dispositivos que le permiten acceder a la tecnología, sostiene que *los usuarios de esos espacios digitales no son especialistas en la fusión y en la adquisición o capitalistas de riesgo, sino los miembros de un colectivo voluntario de tecnólogos que crean y supervisan los procesos de la construcción del futuro de internet*. Por ello, no es descartable que los procesos de creación en internet y en los entornos de realidad virtual, se conformen a su vez como un laboratorio de los imaginarios, los deseos y las proyecciones de un conjunto de usuarios, de manera que en la teoría es posible extrapolar el acceso a los entornos de realidad virtual a varios estratos poblacionales, siempre que esté disponible la tecnología y la interconexión.

#### 6.4.5. Espacio digital, discurso artístico y computación. Contexto de la migración de la creación artística al espacio virtual.

Las posibilidades de inmersión que ofrecen las TIC y los dispositivos actuales en lo referente a la concepción y construcción de espacios de realidad virtual y metaverso, con la mediación de pequeñas meta-realidades virtuales, permiten a su vez teorizar sobre posibles modelos de inmersión e interacción para los cuales aún no se ha desarrollado una tecnología o una aplicación. La teorización en torno a la interacción de los dispositivos, permite una convergencia de áreas del conocimiento, que da lugar a un proceso de transformación acelerado a través de la multidisciplina, la interdisciplina, o la transdisciplina. Explicado de otro modo: los desarrolladores imaginan mundos, interacciones, relaciones, interconexiones, dentro de ese *espacio de posibles*, dando lugar a la concepción de nuevos avances tecnológicos en el área del hardware y del software, que a su vez amplían en propio espacio de posibles (Panourgias, Nandhakumar. Scarbrough, 2013), dando lugar a nuevas recombinaciones e interconexiones entre perfiles, disciplinas y los mundos virtuales y el mundo físico, desdibujando las fronteras entre lo físico y lo virtual.

A este respecto surge cada vez más literatura que propone aproximaciones de múltiples hipótesis sobre el papel que juegan las tecnologías digitales, los entornos de realidad, el continuo de la virtualidad o la imagen en movimiento, estática o el sonido en la investigación, las ciencias de la educación, la creación, o la migración de la creación

artística al espacio virtual (Davis, Rolland, Hamza-Lup, Ha, Norfleet, Imielinska, 2003, Hughes, Stapleton, Hughes y Smith, 2005, Stapleton y Davies, 2011, González Aspera y Chávez Hernández, 2011, Chow y Harrell, 2012).

La imagen (estática y en movimiento) y el sonido, a modo de reproducción, representación o metáfora del espacio físico, son contemplados desde la retrospectiva de la creación artística contemporánea, de modo que en las últimas décadas es fácil constatar la influencia de los discursos artísticos más cercanos a la tecnología en elementos que conforman el continuo de la virtualidad. Tal retrospectiva remite a los pasos cuantitativos operados en anteriores estratos del avance de los dispositivos tecnológicos y la capacidad de inmersión e interacción, llegando a ser las representaciones, reproducciones y metáforas del espacio físico en un marcador del estado de la época, en donde sin embargo se encuentra presente la paradoja: *"cada época tiene su imagen... La era de la lógica paradójica de la imagen es la que empieza con la invención de la videografía, la holografía y la infografía"* (Virilio, en Pisticelli, 2005). Todos estos avances y concepciones de tratamiento de la imagen, y la representación del espacio en la virtualidad forman parte del precedente visual de la inmersión en la experiencia de la interacción con entornos de realidad virtual y metaversos. El carácter de paradoja nombrado por Pisticelli se vuelve, en el caso concreto del metaverso, más pronunciado si cabe, y se expande a otras dimensiones, a la propia inmersión y a las ideas de presencia y de pertenencia. Nos remite de nuevo, además, a la paradoja del espejo ascensional referida por Cerda Seguel (2008).

El discurso en torno a la creación artística en la era de la información y la virtualidad pasa además a formar parte de la interacciones producidas en el espacio y el universo virtual: los procesos creativos y experiencias artísticas en la red y en los entornos virtuales se adaptan a su lienzo, llevando implícito en su configuración la interacción y el poder de intercambio de información, crecen dando lugar a un crecimiento de las redes e interconexiones de una manera exponencial, de modo que se produce una retroalimentación en el diálogo multidisciplinar e interdisciplinar, de modo que las disciplinas del ámbito creativo y artístico se van adentrando dentro de las áreas del conocimiento. Gamonal (2004) refleja estas ideas describiendo la red como una *biblioteca de Alejandría, y con un crecimiento de manera exponencial*. El carácter multifocal y multiplataforma de la red, y del entorno virtual se encuentra en que *"debido a su carácter multimedia, internet es además una pinacoteca, una videoteca y una discoteca"*. Los creativos (entre los que se incluyen diseñadores, desarrolladores, o net.artistas) hacen hoy día uso de la red como un espacio de creación multimedia, multicanal y multidisciplinar en la que el artista interactúa con el usuario a través de su propia obra (Gamonal, 2004).

El debate del papel tradicional de las creaciones artísticas, en un contexto en el que las tecnologías y los dispositivos permiten niveles de interacción desconocidos hasta entonces, ha trasladado una parte de su acción al continuo de la realidad virtualidad, y a las redes interconectadas. El proceso de migración de parte del discurso y los métodos del arte y la creación a la inmaterialidad digital, supone una ruptura con modelos anteriores que pasan por adjetivación del artista, y la difusión de las fronteras definitorias en lo referente a su actividad, sus funciones en el contexto social, y su radio de acción:

Mientras que en 1780 la torre hubiera resultado exótica, y en nuestra época no es más que un cliché, las máquinas, el maquinismo, y lo maquinal fueron una parte muy novedosa de la experiencia social de 1900. A principios del S.XXI, el artista como antena de la sociedad y de la vanguardia estética, en tanto proyectista de obras de arte que anticipaban el futuro, ha perdido carácter emancipador y, por tanto, credibilidad social.

(Pisticelli, 2002, p. 68)

La proyección del artista pasa por una redefinición de su rango de acción, y por una necesidad incorporación del mismo a las actividades de otras disciplinas<sup>59</sup>, cambiando en muchos aspectos el modelo de la relación e interacción entre el artista y el conjunto de la sociedad. El constructo del espacio de realidad virtual y la idea del metaverso (a través de meta-realidades), así como de las creaciones a lo largo del continuo, corresponde sólo en una pequeña fracción al artista, el cual comparte el espacio de la vanguardia de ideación tecnológica. La ideación de mundos y meta-realidades precisan de un discurso, de una narrativa, o de una idea, que puede en ocasiones converger con el discurso artístico, y que plantea modelos experimentales de interacción con la tecnología, como es el caso del colectivo francés *One Life Remains*, que fusiona el concepto de videojuego, la tecnología, o el arte. Desde esta perspectiva, la creación y el discurso artístico pueden convertirse en el imaginario de los entornos asociados a la tecnología, a la manera en que la ciencia ficción lo hace con la ciencia. A este respecto, el arte y sus discursos toman nuevas posiciones en las proximidades de la vanguardia conceptual, de modo que el foco del imaginario se sitúa en nuevos espacios y nuevos contextos, gracias a los diferentes grados de inmersión e interacción que permite la tecnología. La posición del artista-creativo, en su nueva definición, le otorga desde esta perspectiva un papel diametralmente diferente al de la concepción burguesa decimonónica de artista, cuya legitimidad procede de otros discursos. En el contexto actual, el artista-creador precisa formar parte de un proceso de colaboración y contribución, implicándose en la construcción del imaginario y las meta-realidades en

<sup>59</sup> Proponiéndose la necesidad de la incorporación del artista a las disciplinas STEM, para crear un modelo STEAM (Harrell y Harrell, 2011)

entornos virtuales e interactivos, en muchas ocasiones de manera colaborativa a través de las *comunidades reflexivas* o comunidades de interés (Harrell y Harrell, 2011, p. 11).

Esta nueva dimensión implícita en las prácticas artísticas forma parte inherente de la cultura de la interacción y la transmisión de la información, el contexto actual en el que la palabra escrita y la iconografía dan lugar a manifestaciones y aplicaciones del arte a disciplinas como la educación o la investigación, además de las disciplinas STEM, como ya se menciona. El papel del artista se posiciona más cerca a las prácticas transversales y la aplicación de los procesos creativos y artísticos de la mano de la innovación tecnológica. El abanico de campos de intervención del artista se amplía, implicando a su vez, a los diferentes perfiles de áreas del conocimiento diversas, en el proceso de creación. Yates (en Pisticelli, 2002, p. 68) lo explica aproximando al lector al concepto de *Arte de la Memoria*, que consiste en un reservorio para la reproducción de las prácticas culturales, facilitado por la tecnología.

El discurso artístico relativo a las experiencias llevadas a cabo en nuevos soportes, en los cuales el entorno virtual es visualizado como una especie de lienzo, y en donde los dispositivos que permiten el acceso a los entornos, redes y mundos virtuales (en concreto las computadoras), son contemplados como la máquina definitiva impulsora de nuevos modelos de prácticas artístico-creativas, ese discurso artístico, es objeto de un proceso de integración en las diferentes líneas del conocimiento, gracias a la mejora y evolución de los procesos de inmersión, comunicación e interacción, permitiendo el desdibujamiento de fronteras interdisciplinarias y transdisciplinarias. Para Pisticelli (2002) *"la computadora surge como herramienta creativa original, facilitando la fusión de la ciencia, la tecnología y la estética, como quería el proyecto primigenio de las vanguardias, pero barriendo con las fantasías de trascendencias que éstas portaban"*. Tal convergencia, anhelada por las vanguardias de principios del siglo XX, ha sufrido un proceso de aceleración mediada por las tecnologías digitales y los espacios virtuales, donde no obstante aún se perciben brechas o líneas de investigación o acción no exploradas.

#### 6.4.7. Contexto descriptivo y convergencia del fenómeno.

Los aspectos que dan forma a los entornos de realidad virtual y las diversas meta-realidades dentro del contexto de los espacios digitales poseen una serie de características, que posibilitan su concepción y su constitución como extensiones de la realidad, a través del continuo de la realidad-virtualidad, la experiencia de usuario (UX), la interactividad o HCI, la inmersión, la interfaz (del dispositivo o del humano) o la narrativa.

Los desarrolladores y creativos han de ajustarse a los parámetros vigentes que componen los procedimientos de construcción e ideación de los entornos virtuales y de espacios donde tiene cabida la realidad aumentada, teniendo que lidiar con las limitaciones, si bien es cierto que cada vez menores, de la tecnología. Tales meta-realidades se pueden observar como figuras retóricas de la propia realidad física unitaria, y se pueden al mismo tiempo construir, a modo de espacios virtuales, a partir de la comprensión de las figuras retóricas. La semiótica o semiología, así como la semántica y la iconografía, en lo referente a la construcción de procesos y discursos, son un instrumento que permite ayudar a la comprensión de los métodos para crear constructos en el mundo virtual, y de esa manera incrementar los medios para abordar proyectos innovadores, que tengan por finalidad, en muchos casos, una proyección en el mundo real.

La percepción del espacio físico y la interacción con el mismo no están exentos de limitaciones, debido a la naturaleza del alcance de nuestros sentidos, limitaciones que en cierto modo pueden ser estudiadas, analizadas y mejoradas a partir de un estudio teórico análogo a como se hace con la *interacción persona-computador* o *human-computer interaction* (HCI), que se denominaría interacción persona-mundo o *human-world interaction* (HWI). Los sentidos humanos se encuentran acotados a la percepción de ciertas frecuencias de longitud de onda, como es en el caso de la luz o el sonido, estando presente además la interpretación de la realidad física, que es diferente en cada individuo, y que es resultado de los diferentes niveles de percepción de los que disponemos en cada sentido.

La tecnología permite hoy día, a partir de la exploración dentro del continuo realidad-virtualidad (y, por tanto, también en el espacio físico, ejerciendo una notable influencia en la percepción, a través de los sentidos), poner el foco en las limitaciones perceptivas de los sentidos, o inclusive paliar alguna limitación motriz, más allá de los artefactos existentes desde hace tiempo, para paliar tales limitaciones. Un ejemplo de ello es la iniciativa *Eyewriter*, desarrollada por el colectivo *Free Art and Technology*, el *Graffiti Research Lab*, Zachary Lieberman<sup>60</sup> y el mítico grafitero de Los Angeles *TEMPTONE*, en el año 2009, y que investiga aplicaciones de desarrollo artístico en personas con limitaciones motoras, especialmente pacientes con esclerosis lateral amiotrófica. La tecnología permite al paciente, a través del movimiento ocular, interactuar con un dispositivo electrónico (instalado a modo de gafas) y una computadora, de manera que el paciente puede dibujar con el movimiento ocular, lo que no deja de tener ciertas reminiscencias con la novela *Le Scaphandre et le Papillon*<sup>61</sup> (Bauby, 1997). La tecnología, en el caso que nos ocupa, desarrollada al amparo del continuo realidad-virtualidad, se comporta como una suerte de prótesis, evocando la metáfora de Eco

---

<sup>60</sup> Creador del lenguaje de programación Open Frameworks

<sup>61</sup> La Escafandra y la Mariposa

(1998), en la que describe tres tipos: *prótesis sustitutivas*, *prótesis extensivas*, o *prótesis magnificentes*.







Figura 21. Proyecto *Eyewriter*, que a través de una interacción entre arte y tecnología, permite a pacientes con movilidad limitada, especialmente aquellos con esclerosis lateral amiotrófica (ALS), realizar dibujos interactivos a partir del movimiento ocular.

Fuente: <http://www.eyewriter.org/> Recupeado en 2014-01-30

Otra de las perspectivas que conviene tener en cuenta en lo relativo a los entornos de realidad virtual y los metaversos, es aquella en la que tales entornos juegan el rol de simulación del espacio físico. Dicho de otra manera: un extremo del continuo realidad-virtualidad, el extremo de la realidad virtual, en ocasiones se comporta como un espejo que simula el otro extremo, que es el espacio físico. Las realidades mixta y virtual en ocasiones traspasan las fronteras de la simulación para proyectarse como una sustitución del espacio físico (San Cornelio, 2012). Desde esta perspectiva, son cuantiosas las experiencias en la literatura científica que ponen el foco en el concepto de simulación que llevan implícitas la realidad virtual y la realidad mixta (Hughes, Jerome, Hughes, Smith, 2008), y cuyas aplicaciones se centran en el aprendizaje, abarcando un espectro que va desde el aprendizaje de disciplinas STEM (Honey, Hilton, 2011) hasta el uso de la realidad mixta para el entrenamiento de personal investigador y docente para áreas de las ciencias de la educación que poseen cierta complejidad, como es el caso de la educación especial (Dieker, Hynes, Hughes, Smith, 2008). Tal enfoque aporta una reflexión en lo relativo a que la simulación y la sustitución vienen a ser una construcción espacio-temporal de nuestros deseos, teniendo como referencia el espacio físico.

Stephenson (1992) describe en su novela *Snow Crash* un metaverso que consta de un espacio virtual 3D completamente inmersivo. Las características que distingue Castronova (2001, 2002) propias de un metaverso son tres: *persistencia*, *corporeidad*, e *interactividad*. La realidad virtual no posee necesariamente esas tres condiciones

(particularmente la persistencia), lo que sitúa el metaverso dentro de una clase o tipo de realidad virtual, pero sin que todos los tipos de realidad virtual sean necesariamente metaversos. El mismo Stephenson (1992) incorpora el término metaverso cuando ya había sido acuñado el término realidad virtual por Lanier años atrás, en la década de los 80 (en Lanier y Biocca, 1992, en Steuer, 1992). Lanier, además de ser músico y director de cine experimental, es uno de los pioneros en el área de la realidad virtual.

Existen diferentes niveles de inmersión<sup>62</sup>, abstracción e interacción que ofrecen los entornos virtuales, ligados a su propia naturaleza, ya que como se hace referencia en el párrafo anterior, la realidad virtual no posee necesariamente la cualidad de la persistencia, aunque ello no implica que no pueda formar parte de la naturaleza de la realidad virtual (el metaverso es una realidad virtual persistente). Estos niveles de abstracción permiten profundizar en la subjetividad del acto didáctico-comunicativo, de manera que en el metaverso, la realidad virtual y los espacios digitales también se pueden encontrar figuras retóricas, metáforas y narrativas (Steuer, 1992, Ryan, 2001), imaginarios (Flichy, 2001), fantasmas (Harrell, 2009) pudiéndose comportar incluso, la propia realidad virtual, en última instancia como una metáfora del espacio que nos rodea (Heim, 1993).

Existe pues, a partir de los componentes mencionados, dentro de los espacios virtuales, un elemento poético que puede ser de interés para la comprensión e interpretación de las tecnologías inmersivas y su papel en relación al espacio físico. Este elemento poético, asociado, a los imaginarios, deseos, fantasmas, o narrativas, nos hace reflexionar en las nuevas formas en que experimentamos el espacio, a través de nuevas capas y estratos de información, muchos de ellas provenientes de entornos de realidad virtuales y mixtas (Manovich, 2010). El espacio físico es, de este modo, construido a la medida de la persona, donde la experiencia del entorno cambia, en la medida que es mejorado con información multimedia dinámica e interactiva, de manera que la propia interacción de la persona con el entorno toma nuevas dimensiones.

Johnson (2006, p.1), en su ensayo *When Virtual Worlds collide*, incide en la necesidad de desarrollar protocolos y lenguajes “que nos permitan interactuar con otros usuarios”, a la manera que se crean protocolos para permitir un intento de interoperabilidad en los metaversos, como pueden ser los más recientes: *Virtual World Region Agent Protocol (VWRAP)*, desarrollado entre 2009 y 2011, y el *Virtual Worlds - Standard for Systems Virtual Components Working Group (P1828)*, desarrollado a partir de 2010 y vigente hasta la fecha. El funcionamiento del metaverso y del espacio virtual se basa en muchos aspectos en un constructo social, que tiene un funcionamiento análogo al del espacio físico, debido a que tal funcionamiento análogo permite al usuario interactuar de forma

---

<sup>62</sup> La sensación subjetiva de presencia en el entorno virtual también puede ser estudiada dentro de la inmersión.

más intuitiva. Tales protocolos y tentativas de unificación de entornos de realidad virtual tienen un reflejo en las leyes con las que se rige el mundo físico, entre las que se encuentran las leyes de la física, las leyes del derecho, o los sistemas económicos. Los metaversos y entornos virtuales, si bien pueden subvertir o cambiar parte de estas leyes en su propio espacio (los metaversos, aunque precisan de unas leyes físicas internas, no tienen porqué ser las leyes que rigen en mundo real). Esto constituye cierta paradoja, en el caso económico, ya que se trata de modelos de gestión de los recursos, que en el espacio digital, a priori, se encuentran limitados tan sólo por la capacidad de alojamiento de los dispositivos (cada vez mayor) y las leyes económicas que se quieran introducir de forma artificial en un universo virtual, tal como afirma el pionero del P2P y las redes distribuidas, Bauwens (2005). Estos recursos dentro del espacio virtual, al ser bienes intangibles, son potencialmente inagotables, de modo que las leyes que rigen el comportamiento económico de los individuos, en el contexto de intercambio de bienes y servicios, se transforman, llegando a no ser necesaria su existencia.

Desde una aproximación al foco del ámbito de la comunicación, la lógica de la convergencia de esta con otras áreas de la experiencia interactiva, constituye un auténtico laboratorio y espacio de experimentación en lo relativo a experiencias creativas. El espacio en el que se sitúa el continuo realidad-virtualidad es de este modo un laboratorio en el que convergen las diferentes áreas del conocimiento, desdibujando sus fronteras, como se ha apuntado en párrafos anteriores. Cabrera González (2010, p.169) observa dicha convergencia como producto y consecuencia de una implantación cada vez más latente de los dispositivos tecnológicos y las TIC: *“La convergencia de los medios de comunicación es, al igual que la interactividad y la participación de las audiencias, una consecuencia más del desarrollo de la información digital”*. Esta lógica de la convergencia es incluso más potente cuando hablamos de metaversos, en palabras de Johnson (2006, p. 1), en las que se evoca ese espacio virtual que confluye a la unidad: *“De una u otra manera, la consolidación es inevitable. Un entorno único, omnipresente, surgirá, uniendo a los poderes independientes de las sociedades virtuales de hoy”*. Johnson refiere, además, los protocolos que permiten la convergencia de la comunicación en los mundos virtuales, señalando también aquella interoperabilidad de los metaversos, que permite *“que un usuario de Word of Warcraft pueda visitar el monumento de Stonehenge en Second Life”*.

La construcción de un proceso más complejo de comunicación e interacción, ligado al auge y desarrollo de las TIC y la implantación de nuevos dispositivos, se encuentra, a su vez dependiendo de las limitaciones que presentan tales dispositivos con los que se accede a los espacios virtuales (2010, p. 172): *“El espectacular desarrollo de las comunicaciones ha favorecido el proceso de convergencia en la distribución de los contenidos y apunta a la recepción de los mismos a través de dispositivos cada vez más móviles y polivalentes.”* Esta mejora de los dispositivos contribuye de forma notable a un desarrollo exponencial de los medios, lo que permitiría una convergencia de las

comunicaciones y de los procesos, lo que supone al mismo tiempo una dualidad complejidad-simplicidad en lo relativo a la inmersión en los espacios virtuales, debido precisamente a la naturaleza cada vez más versátil de tales dispositivos.

### 6.4.9. Construcción de meta-realidades aplicadas

El proceso de concepción y construcción de otras realidades, a partir de los procesos de interacción que se producen a lo largo del continuo realidad-virtualidad, permiten cierta asociación y aproximación a las experiencias artísticas. Las experiencias relacionadas con la creación artística, y la interacción de la misma, a partir de la convergencia de las disciplinas STEAM, hacen que los procesos de comunicación e interacción con el propio medio revistan cada vez un grado más elevado de complejidad, debido a la evolución del lenguaje, el pensamiento y la comunicación. A partir de esta perspectiva se ilustra, de un modo patente, que las experiencias en los espacios de realidad virtual y metaversos, aunque contribuyen a enriquecer las experiencias en el espacio físico, se encuentran todavía limitadas con respecto al mismo.

Las experiencias artísticas y de comunicación inmersiva e interactiva, han sufrido una transformación a medida que las líneas divisorias entre las disciplinas se desvanecen y las tecnologías digitales y los dispositivos, en constante fase de evolución, permiten acceder a los usuarios a diferentes estratos del continuo realidad-virtualidad. La tendencia se ve además generalizada por la implantación de herramientas de código abierto y open source, como la plataforma online *The Open Source Metaverse Project*, que estuvo funcionando entre 2004 y 2008, y supuso uno de los primeros protocolos de convergencia e interoperabilidad entre mundos virtuales.

La máquina virtual *The Croquet Project*, implementada en 2007 por *Squeak Smalltalk101*, funciona de una manera similar cuando se proyecta en diversas plataformas, en su intención de optimizar la convergencia, la interoperabilidad y la comunicación entre diferentes elementos que componen el espacio virtual. Las áreas en las que opera *The Croquet Project*, a partir de la posibilidad de desarrollo de aplicaciones con su *kit de desarrollo de software (SDK)*, son los entornos de realidad virtual interconectados, las wikis en 3D, los entornos de desarrollo de serious games y videojuegos, o los entornos de aprendizaje virtual. En esta plataforma se han desarrollado entornos virtuales en 3D inmersivos para el aprendizaje, relacionados con las artes, como es el caso de *Arts Metaverse*. Desarrollado por la *Unidad de Soporte Instruccional y Tecnología de la Información de la Universidad de British Columbia*, permite a los usuarios agregar material multimedia en un entorno colaborativo inmersivo en tridimensional. El enfoque del proyecto, en su conjunto, es ofrecer soporte a los entornos digitales colaborativos en cuestión de comunicación, convergencia de

información, gestión audiovisual, intercambio y uso compartido de espacios, aplicaciones y recursos digitales, y la interactividad sincronizada de diferentes usuarios.







Figura 22. Proyectos de The Arts Metaverse, desarrollados por la Universidad de British Columbia

De arriba a abajo: *Macchu Picchu in Croquet*, *Mayan Vase Viewer*, *Bonampak Structure 1*, *Room 1*, *West End Wall*

Recuperado de <http://artsmetaverse.arts.ubc.ca/> en 2014-01-08

La tendencia experimentada por los entornos virtuales, en lo referente a su proyección como agente, que ejerce una influencia notable, en la convergencia de las áreas del conocimiento, la creación artística, las ciencias de la educación o la investigación científica, esa tendencia, repetimos, tiene como proyección una profundización en la construcción de un marco teórico global que aglutina áreas del conocimiento transversales, y al mismo tiempo en centrar el foco en nuevas líneas de investigación emergentes, que permitan formalizar la implantación de tecnologías y las prácticas en los espacios virtuales. Esto implica un enfoque aperturista e interdisciplinar, que desde varias perspectivas está siendo tratada por la literatura científica (Hughes, Stapleton, Hughes, Smith, 2005, Ferdig, 2011, Sturbin, 2011).

#### 6.4.10. Interfaz, interactividad y experiencia de usuario: sonido y espacio.

A la hora de enumerar las cualidades que posee la propia interactividad, que ocurre entre el observador creativo (usuario) y el espacio digital (donde se incluye la realidad virtual y la realidad mixta), resulta fundamental entender el carácter multidimensional del

propio espacio físico, que en buena parte es trasladado al espacio virtual. El avance de los dispositivos de acceso a estos mundos virtuales, ponen de manifiesto la necesidad de desarrollo de superficies cada vez más intuitivas, que permitan a los observadores activos y participativos, y a los usuarios, interactuar con esos universos virtuales, que cada vez poseen un mayor grado de complejidad. Experiencias en el desarrollo de tecnologías táctiles, de carácter intuitivo, y con interfaces mejoradas, ponen en relieve tres áreas esenciales para mejorar la experiencia inmersiva<sup>63</sup>, y los grados de interacción y de comunicación, como son: *human computer interaction (HCI)*, que incluye *el interaction design*, *la experiencia de usuario (UX)*, que incluye *el desarrollo de interfaces de usuario (UI)* y la computación afectiva.

La cuestión relativa a la representación de los espacios reales en el espacio digital limita también el proceso de inmersión e interacción, por otra parte, a un mínimo de dos dimensiones, y un máximo de tres, a priori: Una dimensión es insuficiente para guardar información que pueda ser interpretada, y cuatro dimensiones no pueden, simplemente, ser captadas de manera directa por los sentidos humanos, acostumbrados a desenvolverse en espacios tridimensionales, si bien es cierto que cuatro dimensiones sí que pueden ser representadas. Una cuarta y sus sucesivas dimensiones podrían ser concebidas, en un espacio virtual, mediante figuras retóricas, de manera que el proceso comprensión del propio espacio se vuelve complejo. La práctica totalidad de los ecosistemas virtuales que se utilizan para la enseñanza o la creación colaborativa, son bidimensionales o tridimensionales, en lo que a la percepción del espacio a través del sentido de la vista y de la inmersión (sensación de presencia en el espacio) se refiere. Existen en la literatura actual experiencias de realidad virtual<sup>64</sup> que trabajan con la semiótica, más en concreto, con las figuras retóricas mentales, para la inmersión de personas con problemas de visión, usando de manera complementaria sistemas hápticos (Espinosa Castañeda y Medellín Castillo, 2014).

Dentro de la cuestión del espacio conviene tratar el tema del sonido, ya que la problemática del sonido en el espacio físico detenta un grado de complejidad enorme a la hora de plantear su traslado a un espacio virtual puro. Las dimensiones del sonido se encuentran en el espacio, y a pesar de que existen dispositivos electrónicos, bafles y altavoces cada vez más avanzados y más precisos en cuanto a la reproducción de niveles y dimensiones sonoras del ambiente, lo cierto es que, a diferencia de la imagen fija, el sonido precisa de espacio tridimensional y continuidad temporal. Dispositivos de

---

<sup>63</sup> Un ejemplo que ilustra esto es el colectivo de *interaction design* Multitouch Barcelona, que desde 2008 lleva desarrollando experiencias que fusionan el mundo real y el mundo físico, producidas a través de los sentidos y mediante la incorporación del elemento lúdico.

<sup>64</sup> El ejemplo contrasta con el proyecto Eyewriter, mencionado en páginas anteriores, ya que la limitación de la percepción o motricidad humana alrededor de la que se trabaja es completamente la inversa, e ilustrando que dos niveles de realidad dentro del continuo realidad-virtualidad pueden ayudar a solventar problemas físico-motrices de naturaleza y enfoque diferente.

sonido avanzados, como pueden ser los sistemas de sonido cuadrafónico<sup>65</sup> o el surround 4.0 precisan de este modo, para ilustrar la idea, de una distribución espacial de las fuentes de sonido o altavoces. Además, la escala de comunicación a la que pertenece el sonido no permite, por ejemplo, congelarlo o aislar una parte. Incluso los softwares de tratamiento de sonido tienen un componente visual evidente, ya que se hace necesario, a través de los medio digitales, hacer una representación visual del mismo, en forma de onda o de visualización espectral, de manera que nos permita acercarnos a la comprensión del mismo. La representación del sonido mediante recursos visuales, dentro de un software de edición, o en las estaciones de trabajo de audio digital (DAW).

La reproducción del sonido espacial, plantea, desde tal enfoque, la disyuntiva entre el espacio inmersivo y el propio espacio físico. Las dimensiones espaciales, dentro del espacio virtual, ponen el foco en la problemática del sonido espacial, debido a que la reproducción de tal espacialidad tiene que ser producida mediante artificios que simulan tal sensación de profundidad. Kleilein y Kokelkorn (2008, p. 11) afirman, en su ensayo *Zwischen Klang und Raumspekulation*, que el sonido pertenece una escala comunicación distinta dentro del espacio digital, al encontrarse alojado de manera exclusiva en el tiempo real, por ello no puede ser comunicado a través de la propia imagen, a menos que sea por medios de representación indirectos. La capacidad de congelación de la imagen que plantean Kleilein y Kokelkorn –a diferencia del sonido, la imagen puede representarse como algo inmóvil, como ya se ha mencionado con anterioridad-, así como la posibilidad de reproducción y escaneo de la misma, pueden ser trasladadas en cierta medida a un espacio tridimensional artificial y digital. El traslado del sonido a esa dimensión espacial artificial que supone la virtualidad puede, igualmente, llevarse a cabo gracias, evidentemente, a los medios tecnológicos existentes hoy día, pero su tratamiento, en lo relativo a la representación espacial, viene a ser diferente que el de la imagen fija o incluso en movimiento. El sonido depende de una línea de tiempo, y las particularidades de su percepción lo convierten en una pieza única, según el contexto, ya que, por ejemplo, no se percibe la misma sensación sonora en una sala anecoica, en un espacio abierto o en una estancia que tiene tendencia marcada a la reverberación. Dentro de esta cuestión, Schafer (1985, 1993) propone el término de paisaje sonoro o *soundscape*, fenómeno que tiene relativa trascendencia en la literatura reciente que define el aporte que hace el paisaje sonoro, a por ejemplo, los espacios urbanos abiertos (Zhang y Kang, 2007).

El sonido se convierte, a este respecto, en una cuestión relevante en lo tocante a incorporarlo como elemento con el que la interacción con y dentro de los entornos inmersivos, si bien no es una cuestión central en el presente trabajo de investigación.

---

<sup>65</sup> Los sistemas de sonido cuadrafónico son usados en experiencias como Audiogames para crear una instalación artística interactiva basada en la dimensión espacial del sonido.



No obstante, la cuestión sonora, profundamente estudiada y teorizada, conviene ser tenida en cuenta para la exploración y el fundamento de nuevas bases teóricas, sobre las que se asienta el fomento de nuevas prácticas y las bases de nuevas hipótesis que permitan profundizar en la cuestión del continuo de la virtualidad a través de enfoques multidisciplinares e interdisciplinares.

#### 6.4.11. Experiencias de plataformas digitales aplicadas a creación con enfoque artístico.

La convergencia que se da entre las diferentes formas de representación, de vías para la creación, y de interacción, pone en relieve el interés de generar, a día de hoy, proyectos que tengan un carácter transversal, en muchos casos colaborativos, y que se fundamenten en la creación artística, en las nuevas tecnologías, y sean mediados, en muchas ocasiones, por espacios situados en el continuo de la virtualidad, tales como los que se encuentran del lado de la realidad virtual o la realidad mixta. Las tendencias se enmarcan, además, dentro de diversos contextos, tales como laboratorios de experimentación multimedia (situados, ubicuos u online), plataformas open source y proyectos colaborativos en red. Las experiencias que surgen en torno a estos parámetros tienen, de un modo generalizado, un componente progresivo y exploratorio de los propios elementos que forman parte de las estructuras sociales, tecnológicas o científicas de la vida real, posicionándose, en ocasiones, en un replanteamiento y punto de vista divergente de tales estructuras.

Tales experiencias tienen la tendencia a fusionar arte, tecnología, ciencia, lenguaje, comunicación, en línea con la convergencia que plantean Harrell y Harrell (2011) en torno a las disciplinas STEAM, pero con un enfoque divergente, centrado en el componente artístico o creativo, como parte de un proceso de exploración o investigación. Esto ocurre con experiencias como *AntSongs*, desarrollada por Michelle Riel. La obra consiste en un sistema receptivo de música en el que colaboran las hormigas. La obra de Riel se centra en la búsqueda y exploración en torno a cuestiones como globalización, colectividad y procesos colaborativos, desarrollo sostenible e interactividad entre unidades de un ecosistema digital y/o físico. En la obra de Riel también se evalúan los conceptos de real, virtual, y simulación, poniendo en relieve que la creación artística se constituye en un laboratorio de investigación empírica en torno a los distintos niveles de realidad a lo largo del continuo, como pueden ser la realidad virtual o la realidad mixta<sup>66</sup>.

---

<sup>66</sup> A lo largo del presente proyecto de investigación, se presentan numerosos ejemplos de cómo la creación artística, impulsada por los nuevos medios, se constituye como un elemento esencial para la investigación y la exploración de los espacios virtuales.

El proyecto de organización de artes en medios de comunicación digitales a cargo de *Turbulence*, llamado *networked\_performance*, del que Riel es cofundadora, en 2004, junto a Helen Thorington y Joanne Green, presenta además líneas de investigación y creación que confluyen en torno al continuo de realidad-virtualidad y las cuestiones planteadas entre los límites de lo real y lo virtual, y el desdibujamiento de fronteras que se da a lo largo del continuo, o la práctica social en torno a tecnologías emergentes conectadas en red y medios móviles, como puede ser el proyecto *Realidades Mezcladas*.

El componente colaborativo, común en una gran parte de proyectos emergentes en las redes y los entornos virtuales, incorpora en no pocas ocasiones un componente lúdico, que acompaña tal proceso colaborativo, recurriendo al concepto de *homo ludens* del que hablara Huizinga (1938). De este modo, dentro del contexto del entorno virtual, un componente lúdico, como es un videojuego, se ha incorporado a las áreas de conocimiento para diversificar sus funciones, siendo las más evidentes la formación, el aprendizaje y la simulación, pero también la creación, a partir de los denominados *serious games*. El videojuego, a través de sus componentes inmersivas e interactivas, también se conforman como un campo de investigación creativa y artística emergente, que en muchas ocasiones incorporan el elemento de la simulación. De este modo, surgen proyectos relacionados a estas áreas, tales como el colectivo *Kokoromi*, que explora métodos de creación colectiva de videojuegos experimentales, a través de proyectos que incorporan el elemento de simulación de mundos a través de figuras retóricas, como el juego *Portraying The Terran Condition: An Approach To Simulate A Civilization*,

Con un enfoque puesto en la creación artística surgen experiencias en la línea de *Arts Metaverse* o *The Croquet Project* –que han sido ya descritos con anterioridad–, que parte de la perspectiva de que tal creación artística puede también ser un fin, en el espacio digital, además de un medio, dentro del contexto virtual. Dentro de esas líneas de investigación y de acción surgen, desde hace aproximadamente una década, proyectos como *Pace Digital Gallery*, que constituye una plataforma abierta para la creatividad y el trabajo colaborativo, o *Printings Second Life*, consistente en un museo virtual dedicado a la exploración interactiva de obras de arte. También cabe mencionar en esa línea *Active Worlds*, una de las primeras experiencias en metaversos y entornos virtuales en 3D. En este sentido, el marco teórico-práctico, en el que se mueven las líneas de investigación que tienen relación con las nuevas tecnologías, los espacios virtuales, y la realidad mixta, posee un gran número de enfoques desde los que puede ser abordado, dando lugar a un número relevante de prácticas de carácter heterogéneas y dispares, y a una cantidad importante de literatura científica producida en estos últimos años recientes y que van desde el uso de la realidad aumentada para la exploración del entorno urbano (Liarokapis, Brujic-Okretic, Papakonstantinou, 2007)

o para la creación de entornos interactivos enfocados en el aprendizaje (Wojciechowski y Cellary, 2010), pasando por el uso de la realidad virtual para deslocalizar, descontextualizar y convertir los procesos de aprendizaje artístico en experiencias que van más allá de los contextos habituales de aprendizaje, como es el caso de los museos o las escuelas (Kritzenberger, Winkler, Herczeg, 2002, Dziekan, 2005), o la creación de marcos de convergencia, a partir de la disponibilidad tecnológica, las nuevas prácticas, o los nuevos frentes de investigación abiertos, que permitan la colaboración entre creadores e industrias (Pagés, San Cornelio, Roig, 2009).

El contexto en el que se desarrollan las diferentes experiencias inmersivas, tratadas en el presente apartado, demuestra una tendencia exploratoria evidente en torno a las prácticas artísticas y que incluye las ciencias de la comunicación, que anidan en muchas ocasiones los espacios virtuales y se constituyen como meta-realidades, que debido a la naturaleza del espacio digital y de las prácticas, entran a menudo en un proceso de feedback. Dichas experiencias, que tienen en muchos casos el discurso o los métodos de la creación artística, tienden a modelos de comunicación inmersiva e interactiva. Ofrecen, de esta manera, en el contexto actual de la comunicación, un panorama exploratorio en el que los nuevos estratos y niveles de realidad mixta y virtual, y las cada vez mayores posibilidades de interactividad, tienden hacia modelos en los que la comunicación posee una naturaleza multidimensional y multidireccional, y donde se encuentra cada vez más marcado el carácter colaborativo y participativo en muchas de esas experiencias. La tendencia se vuelca, además hacia entornos que ofrecen experiencias inmersivas y donde el proceso de interacción del usuario con la interfaz es cada vez más intuitivo y ergonómico gracias a la incorporación de disciplinas como la interacción persona-computadora (HCI) o incluso la computación afectiva, lo que abre a su vez la puerta a nuevas prácticas artísticas y creativas en nuevos contextos, sin dejar de lado los usos prácticos de la tecnología, y dando paso a nuevos postulados teóricos en el campo de la investigación.

## 6.5. Cultura Digital versus Cultura Educativa: Identidades, referentes, utopías y perspectivas

## 6. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DE LA CUESTIÓN

### 6.5.1. Tecnologías y cultura de la información. Perspectivas de la educación a través de la desintermedialización.

Los procesos de cambio y mudanza producidos en la cultura en la era actual, debido a la implantación y generalización de las tecnologías digitales, que se encuentran circunscritas en los diferentes ámbitos del espectro social (haciendo especial énfasis, en caso del presente trabajo de investigación, en las áreas de las ciencias de la comunicación y la educación), han dado lugar a redefinición y el replanteamiento de conceptos retóricos que se asocian a la propia cultura, y en concreto, a una aproximación a un intento de equiparación entre *cultura digital* y *cultura educativa*, implicando a su vez conceptos transversales, tales como el concepto de *cultura de la información*.

Para una mejor comprensión de la perspectiva de la cultura dentro de los contextos educativos, diversos estudios plantean una superposición de la denominada *cultura de la información*, en relación a la *cultura digital*. De esto modo, Devauchelle, Platteaux y Cerisier (2009) definen la *cultura de la información* como un conjunto de habilidades y competencias, que permiten a un individuo localizar, identificar y la información necesaria para proceder a realizar determinadas actividades asociadas a un proceso heurístico para un fin concreto, circunscritos de una actividad relacionada con el propio uso del conocimiento, y que posee unos fines determinados. Desde esta perspectiva se propone por lo tanto que no existe una oposición entre los conceptos de *cultura digital* y de *cultura de la información*, sin que exista, por otra parte, una integración propiamente dicha de tales conceptos.

La implantación, divulgación y generalización de las tecnologías en el ámbito educativo, han supuesto, en parte, la supresión en buena medida de los denominados *agentes intermediarios*, permitiendo al usuario un acceso directo a la información, gracias al propio uso de la tecnologías digitales. En la *cultura de la información*, y posteriormente con el surgimiento de la cultura digital, la relación del individuo o usuario con la información se puede comprender de manera más concreta a través de los aportes de la *mediación instrumental*<sup>67</sup> a la cultura digital. En esta línea, los trabajos de Peraya (2010, 2011) y Peraya & Viens (2005) sobre la mediación instrumental, y los aportes que realizan a la cultura digital, hacen referencia a la transformación que experimenta la propia cultura a través de la transformación del rol, o directamente

---

<sup>67</sup> Siendo las tecnologías digitales el agente mediático.

supresión, de los intermediarios, lo que vienen a denominar desintermediación<sup>68</sup>. Este fenómeno se produce con frecuencia en la industria de la información o de los medios digitales, produciendo a su vez un impacto en el ámbito educativo. Esta desintermediación produce una profunda transformación en el equilibrio existente entre los diferentes modelos educativos, industriales, o mediáticos establecidos, suponiendo una problemática de importancia que sirve de referencia para la elaboración de teorías que tienen como punto de partida la fenomenología de una cultura digital.

### 6.5.2. La construcción de la identidad como fenómeno relevante de la cultura digital.

El cambio en la producción cultural, impulsado por el desarrollo de los medios de comunicación de masas, en un principio, y digitales, a posteriori, ha sido ya anticipado y teorizado por Flichy (1980). Este cambio en la producción cultural ha supuesto a su vez una serie de transformaciones en la relación del usuario con el medio, con la tecnología, con el espacio, y con la propia imagen, construcción y representación retórica del propio individuo y de su entorno. La existencia de una cantidad ingente de información<sup>69</sup> supone, de esta manera, un cambio de estrategia de los usos de la tecnología (entre las que se encuentra la desintermediación mencionada en el apartado anterior), lo que implica también mudanzas en el constructo de la propia identidad, por una parte, y de la interrelación con el entorno, por otra. Estas nuevas experiencias y contextos implican de descripción de una serie de problemáticas relacionados con la cuestión de las identidades sociales y la interacción con el entorno que rodea al individuo, pudiéndose obtener un reflejo en las identidades digitales.

En relación a la transformación y cambios, relativos a la identidad por la mediación de las tecnologías digitales, Harrell (2012) afirma que las actividades que se encuentran inscritas dentro del marco de la computación, requieren, de la parte del usuario, la construcción de una serie de identidades digitales, las cuales son mediadas, no solamente por las interacciones sociales que tienen lugar en el espacio físico y el virtual, sino también por las implementaciones particulares que son usadas para ilustrar ejemplos concretos o exponentes. Esta construcción de la identidad digital, relacionada directamente con la computación, la informática y los nuevos medios (y que se produce, en términos generales, a lo largo del *continuo de la virtualidad*) implica una profunda transformación en los procesos inherentes a la representación, transformación que

---

<sup>68</sup> Del original *désintermédiation* (Peraya, 2010), usado también por Cerisier y Popuri (2011), quienes aclaran, no obstante, que el aprendizaje autónomo, si bien es un escenario atractivo, debe de ser utilizado con cautela.

<sup>69</sup> De hecho, cuando Flichy (2001) habla del término, popularizado en los años 90, comúnmente conocido como *Autopistas de la Información*, no se encontraba generalizado y teorizado el uso del término *Big Data*.

además se ve obligada a estar sustentada sobre los elementos técnicos que conforman la tecnología disponible (Devauchelle et al., 2009).

La cuestión de la identidad digital, no obstante, traslada ciertos aspectos de las identidades personal y social al propio mecanismo de construcción de la misma en la esfera digital, tanto desde el punto de vista de una vertiente optimista o positiva, como negativa o pesimista. La cuestión del empoderamiento de la propia identidad, en parte mediada en el contexto de las tecnologías digitales, afirma Harrell (2012), está lejos de ser solucionada en los términos deseados, en los que se produzca un avance significativo en aspectos sociales que es todavía necesario abordar, como es el caso de los prejuicios, que Harrell describe en parte de su obra. Así, de este modo, la dependencia que los científicos de la computación<sup>70</sup> tienen de la comprensión intuitiva de la identidad, una comprensión que, en lugar de estar basada en una serie de teorías matizadas y construidas en torno a una base sólida, que percibirían la identidad como un elemento intrínseco a la representación, hace que paradójicamente tales científicos ignoren habitualmente, y en gran medida, las propias posibilidades de apoderamiento que ofrecen las tecnologías digitales. Este hecho tiene como consecuencia inmediata que todavía, a día de hoy, se sigan desarrollando modelos tecnológicos (en relación a la creación de productos de software) que perpetúan los estereotipos sociales negativos que llevan toda la vida arraigados, y que han tenido, en el contexto histórico y en la actualidad, como principales consecuencias negativas la discriminación en varios niveles y la privación de derechos fundamentales.

En relación a las carencias existentes en la actualidad, en relación a la construcción de una identidad que sea trasladada al espacio digital, y en relación con la propia cultura digital, se contraponen con estos estereotipos negativos dos cuestiones que tienen relación con las utopías y los imaginarios.

Otra cuestión mencionada básica que se encuentra en relación con la cultura digital son las utopías y los imaginarios, temas desarrollados en otros apartados del presente texto. La tecnología y los medios digitales se configuran como vectores de cambio en el pensamiento y en el comportamiento, en el que los usuarios gestionan su identidad y sus relaciones con los otros de una manera diferente en dicho espacio digital, que desemboca en una cultura propia. De este modo, gracias a la tecnología digital, los innovadores han podido transformar sus sueños y proyectos en una realidad mediatizada por las tecnologías digitales (Flichy, 2001), imaginando y construyendo, de manera paulatina, una sociedad digital diferente de la sociedad real. Es en estos espacios virtuales y multiversos, donde el individuo que interacciona va a encontrar una

---

<sup>70</sup> La Computación Afectiva puede aportar una parte importante a la solución de esta problemática, pero este área se centra particularmente en la cuestión de las emociones del individuo en un entorno físico real, con la mediación de las herramientas tecnológicas.



prolongación y ampliación del constructo del espacio y del propio espacio físico, constituyéndose en muchas ocasiones en una extensión de naturaleza conceptual y metafórica.

En cuanto al rol de la propia tecnología en relación a la propia construcción de la identidad y de la cultura digital, a través de los imaginarios y las utopías, se han realizado estudios en la práctica que ponen en evidencia la influencia de la construcción identitaria, la imagen, la percepción cognitiva, o la relación del individuo con el espacio geográfico (Cerisier y Popuri, 2011<sup>71</sup>, Harrell y Harrell, 2012), lo que es un factor a tener en cuenta en cuanto a la aplicación de las tecnologías en el ámbitos relacionados con la educación o la industria.

### 6.5.3. Intersecciones esquemáticas de las propuestas de aprendizaje en el contexto de la cultura digital.

La equiparación de la cultura digital al ámbito de la cultura educativa requiere de modelos esquemáticos que permiten comprender el estado de la cuestión en referencia a un acercamiento entre estos dos fenómenos. De este modo, las imágenes y sus conceptos asociados, tales como símbolos, metáforas o analogías, se fueron introduciendo paulatinamente en la esfera de la cultura digital, a medida que las limitaciones tecnológicas se iban sobrepasando, para implementarse de una manera natural en los esquemas mentales que se suponen asociados a las tecnologías digitales. Grushka y Donnelly (2010) afirman que la comprensión de los sistemas semióticos y la implicación de la codificación de imágenes son un factor clave a la hora de saber adquirir, usar y gestionar la información y por ende el conocimiento. Para ello proponen un modelo de interacciones que permite visualizar los componentes que se superponen, a través de la imagen, a la *cultura digital* y la *cultura educativa*, y que se aplica al ámbito de la educación. El modelo, denominado *Uso de lo visual como herramienta de investigación de intersecciones de aprendizaje*, tiene como eje central *Los objetos visuales de aprendizaje como herramientas pedagógicas* (Grushka y Donnelly, 2010, p. 86), y se compone de las siguientes partes diferenciadas: a) El entendimiento de la naturaleza discursiva de las imágenes y los textos, b) Las habilidades y competencias para crear una imaginaria y un uso efectivo de las semióticas multi-plataforma, c) Las habilidades y conocimientos generados a través de una orientación de aprendizaje, basada en la indagación y la investigación, y en la cual el conocimiento es explorado en entornos curriculares cuya problemática fue identificada individualmente por los

---

<sup>71</sup> Cerisier y Popuri (2011) realizan en concreto un estudio comparativo donde se pone en evidencia la diferencia de cómo se perciben las finalidades educativas de las tecnologías aplicadas al ámbito de la escuela en dos países, culturalmente y geográficamente diferenciados (Francia e India).

docentes que se encontraban en proceso de formación<sup>72</sup>, d) Un estudio digital y una comunidad de investigación que posee personal cualificado y formado para los fines que se pretenden y donde se da una importancia significativa a la colaboración y el trabajo entre pares e) La exposición y muestra de los trabajos finales que tienen como target a una audiencia compuesta por estudiantes que forman parte integrante de una sociedad de productores y consumidores digitales.

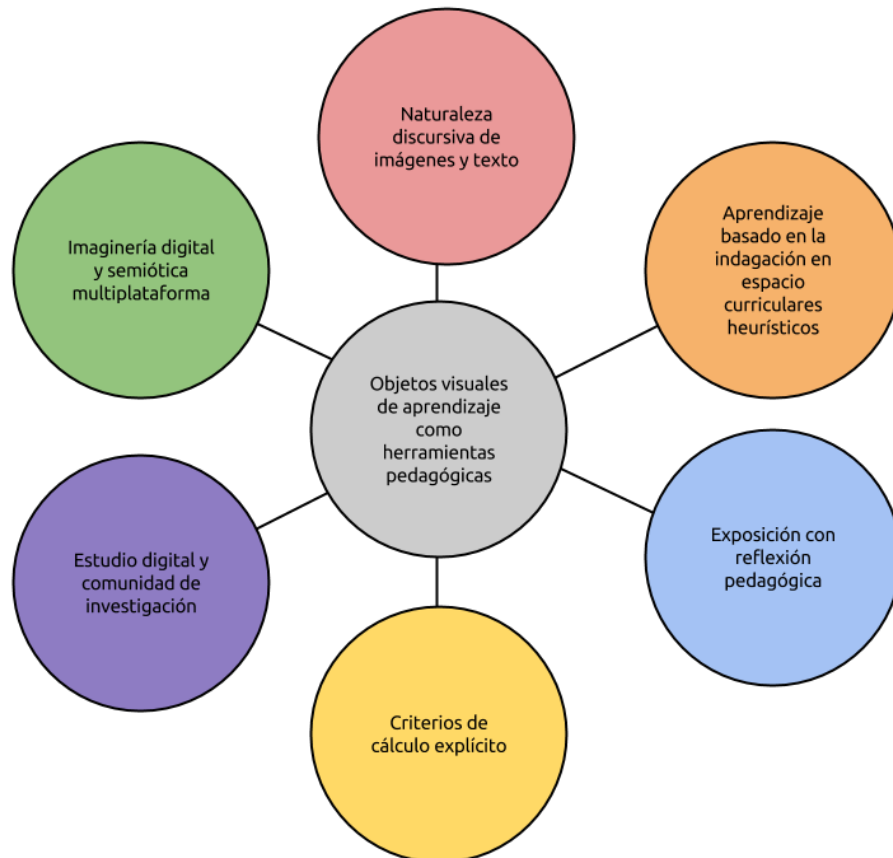


Figura 23. Uso de lo visual como conjunto de Intersecciones de Aprendizaje de Herramientas de Investigación Fuente: Grushka y Donnelly (2010)

#### 6.5.4. El *Technology Acceptance Model* (TAM) en la cultura del aprendizaje

En el contexto concreto y marco teórico de la equiparación y superposición entre la *cultura digital* y la *cultura educativa* también ejerce una influencia notable el Modelo de Aceptación de la Tecnología (*Technology Acceptance Model* o TAM), implantado por Davies (1986, en Chang y Liu, 2013), que es definido como una teoría de los sistemas

<sup>72</sup> Llamados en el sistema anglosajón *pre-service teachers*, en línea con la Teoría de la Experiencia de Dewey (1997, en el original 1938).

de información, presenta modelos de aceptación de la tecnología por parte de los usuarios a los que se encuentra destinada dicha tecnología. Los dos factores del TAM que se pueden diferenciar, determinan la aceptación de la tecnología por parte del usuario, lo que aporta una dimensión que permite calibrar la viabilidad de implantación de una tecnología en un ámbito concreto. Estas dos variables son:

**Percepción de la facilidad de uso de dicha tecnología:** Una tecnología tiene que ser percibida por el usuario como de fácil manejo.

**Percepción de utilidad:** En el mismo rango de influencia, la tecnología debe aportar al usuario una percepción de utilidad. Si el usuario no percibe el coste-beneficio asociado al uso de una tecnología esta tiene más posibilidades de ser descartada<sup>73</sup>.

El TAM, bien siendo una teoría de los sistemas de información que pretende, y de hecho es, la base de estudios fundamentalmente empíricos en los que se prueba la viabilidad de una tecnología en concreto, ejerce una influencia en la conformación de modelos y disertaciones teóricas que tienen su base en la *cultura digital* (las herramientas que se usan, en un ámbito en concreto, y que influyen en la cultura, están ahí porque tienen un nivel de aceptación), la *cultura educativa* (es preciso medir la posible aceptación de una tecnología en un ámbito educativo concreto para implantarla), en los imaginarios y las utopías (los usos imaginados de la tecnología y el desarrollo de tecnologías viables están directamente relacionados, ya que muchas de las tecnologías, que a día de hoy, se han hecho viables, han sido teorizadas a través de un imaginario o un conjunto de ideas, sobre qué puede aportar la tecnología).

### 6.5.5. Utopías y distopías de los espacios digitales: convergencia de los imaginarios y culturas digitales en la cultura educativa.

La sociedad imaginada en los años 90 en la que confluyen las *Autopistas de la Información*, Flichy (2001), gracias a una red que permite una conexión inmediata, distribuida y una transmisión de datos cada vez más eficaz<sup>74</sup>, es una parte de las utopías que han tenido lugar a nivel teórico en años recientes y que han contribuido a fundamentar parte del contexto actual en el que se encuentra el desarrollo de la tecnología y de los medios digitales. Al mismo tiempo que algunos imaginarios terminaban transformándose en realidades, y otros continúan formando parte del pensamiento individual o colectivo, la ficción ha ejercido como agente transformador de

<sup>73</sup> Existen, además, otras dos variables lineares asociadas, de las que no nos extendemos en el presente apartado: *Actitud hacia el uso*, e *Intención Comportamental hacia el Uso*.

<sup>74</sup> El Big Data, tal como se describe el fenómeno, es una materialización práctica de esos imaginarios de las *Autopistas de la Información*.

los escenarios digitales actuales, configurando nuevos escenarios y nuevas proyecciones mentales y creativas.

Los medios digitales, en contexto actual en el que nos encontramos en relación a la tecnología de la información, se han imaginado, a nivel teórico-conceptual, a través de un dualismo que los considera, bien como la tierra prometida del siglo XXI (utopía), bien a través de una visión distópica (Cuadrado, 2011, p. 6), en la cual se hace referencia al *desprestigio de la ficción*. Estas dos visiones, que también se encuentran próximas a la literatura, forman parte de un dualismo (utópico/distópico) con términos medios, en el que las metáforas, y las referencias a imágenes mentales, tabúes sociales o imaginarios de la ficción son recurrentes. De este modo tenemos un modelo distópico por un lado, en el que la tecnología y los mundos virtuales se asocian a experiencias alucinógenas con estupefacientes, visionarias o místicas<sup>75</sup> y por otro lado una tecnología que liberaría del modelo jerárquico en el ámbito de la educación y produciría conocimiento entre pares y libertad sin restricciones de acceso a la información.

Tanto la utopía como la distopía comparten, según Cuadrado (2011), la ilusión de pérdida de mediación, en la construcción de una cultura digital, lo que constituye un aporte reflexivo y una vuelta a la problemática de la desintermedialización sobre la que se ha realizado una aproximación en apartados anteriores. En el contexto de la cultura actual, y de la incuestionable influencia por la cultura digital del proceso de implantación cada vez mayor de las tecnologías, las tensiones que forman parte implícita e indisoluble de las características culturales traspasan y se entremezclan las fantasías y los imaginarios asociados a la industria tecnológica y los medios digitales.

Los medios digitales y las tecnologías relacionadas con el *Continuo de la Virtualidad*, se encuentran en proceso constante de transformación, y modificación del marco conceptual de mediación (y por ende del proceso de desintermedialización) y mudanzas en las jerarquías productivas y distributivas de la información y el conocimiento, lo que contribuye a la construcción de una ilusión utópica recurrente sobre esa transmisión distribuida, sin barreras e ilimitada, del conocimiento.

El rol que ofrece la imagen como pieza elemental, en la construcción no sólo de utopías e imaginarios, sino también de mapas mentales y metáforas, y en general de los elementos que conforman la cultura digital y ayudan a construirla. Es por ello que el uso de la imagen en el contexto de las tecnologías digitales (Grushka y Donnelly, 2010), es un recurso interesante y eficiente para investigar e indagar en la construcción del conocimiento, desarrollando nuevos significados y usando la creatividad latente para la construcción de imaginarios y contribuir con la aportación de elementos conceptuales y

---

<sup>75</sup> O el Soma de la novela *Un mundo feliz* (*A brave new world*) de Huxley (1931)

## 6. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DE LA CUESTIÓN

retóricos a la *cultura digital* y obtener resultados tangibles en áreas como la industria o la educación.

## 6.6. El Espacio como Agente de Interacción: Educación, Innovación, y Tecnología

## 6. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DE LA CUESTIÓN

### 6.6.1. Intervención en el espacio a través de la interacción. Espacio y tecnología.

La relación que tiene el espacio físico (observado también desde el punto de vista del continuo de la virtualidad) con las acciones que se llevan a cabo en el mismo, es objeto de estudio desde múltiples perspectivas, que planean incorporar modelos próximos al constructivismo y/o basados en la intervención en el propio espacio. En este aspecto, también se plantean, desde distintas aproximaciones, la incorporación de metodologías o procesos de intervención en el espacio dentro del contexto educativo, lo que inevitablemente conduce, cuando se aborda la creación en el continuo de la virtualidad y en los espacios digitales, a pasar por el tratamiento de la cuestión del espacio físico.

A este respecto, un gran porcentaje de cuestiones que se abordan en el presente proyecto de investigación de forma transversal, tales como la usabilidad, el continuo de la virtualidad, la experiencia de usuario, la creación artística con nuevas tecnologías, o el aprendizaje constructivista, tienen una relación profunda con el concepto del espacio físico, ya sea desde el punto de vista del valor psicológico o emocional que se le otorgue al espacio, hasta propias las posibilidades de creación o intervención que ofrezca, e incluso, la posibilidad de implantar metodologías y tecnologías que permitan prolongar el propio concepto de espacio, mediante el potencial que ofrece el continuo de la virtualidad.

De este modo, la posibilidad de intervenir en el espacio físico, supone una pieza fundamental en el constructo de un continuo de la virtualidad en el que la tecnología, a través de su evolución y a partir del desarrollo e incorporación de nuevos dispositivos, permita un proceso de reflexión continua en torno al espacio en el que se desarrollan los procesos de creación, investigación y experimentación.

Desde la perspectiva de artistas que proponen la incorporación del arte en el espacio social en su naturaleza, Joseph Beuys, perteneciente a su vez al movimiento *Fluxus*, (exponente representativo de tal indagación de la intervención artística en el espacio social, las costumbres y los ritos inherentes al ser humano), existe un proceso evolutivo que incorpora reflexiones en torno al uso del espacio, reflexiones que se enmarcan, a su vez, también, en el ámbito de las ciencias de la educación. A través de este recorrido se produce una reflexión en torno al rol mediador que ejerce el contexto artístico en la redefinición del espacio (Díaz-Obregón, 2003), de modo que las experiencias que utilizan el espacio físico como agente de innovación, a través de la intervención en el mismo y/o su modificación, muestran una larga trayectoria de investigación en este área, que permite, a su vez, fundamentar un punto de partida consistente en la relación del espacio con el desarrollo de tecnologías digitales enmarcadas dentro del continuo de la virtualidad.



Gracias a este prolongado proceso de reflexión en torno a la innovación, relacionado con la intervención, la experimentación, y la modificación del espacio físico, así como con las experiencias y posibilidades que ofrecen la realidad virtual, aumentada, o la redefinición de interfaces, es posible observar un fenómeno de extensión de la realidad física que produce un feedback y un fenómeno de convergencia entre la innovación pedagógica, la creación artística, y la evolución de los dispositivos que permiten interactuar con espacios virtuales. De esta manera, fenómenos como la realidad aumentada, permiten operar con nuevos métodos de intervención en el espacio físico, complementando aquellos que son inherentes al conjunto de investigaciones resultantes de los procesos de innovación en el propio espacio, y aportando, a su vez, un foco multidimensional a la cuestión. La realidad aumentada se comporta, a este respecto, como un instrumento más de interacción con el espacio, pudiéndose incorporar a la reflexión en torno a los procesos de implantación de diferentes metodologías y estrategias, basadas en una intervención o influencia en el contexto espacial (Davis et al. 2003, Liarakapis et al., 2007, Ozarslan, 2010)

En lo relativo a la reflexión en torno a la intervención combinada de la tecnología con el arte<sup>76</sup>, cabe destacar a otro conocido miembro que originariamente perteneció al movimiento Fluxus, Nam June Paik, que a su vez entabló amistad con Beuys. Las primeras intervenciones llevadas a cabo en torno al videoarte, fueron desarrolladas por Paik en los años 60, y las reflexiones que incorporan la tecnología vigente en los espacios donde se exhiben proyectos artísticos tienen en parte su origen en obras desarrolladas por Paik. Obras exponentes de Paik como *Electronic Superhighway: Continental U.S., Alaska, Hawaii* (1995) incorpora el concepto de interconexión y el formato que combina un objeto físico con elementos propios de la realidad virtual. La obra de Paik, exhibida inicialmente en el Smithsonian American Art Museum, tienen reminiscencias de conceptos e ideas cuya concepción recuerda a lo que posteriormente Flichy (2002) denominó *autoroutes de l'information* (autopistas de la información), para definir el contexto del imaginario de internet, donde examina la visión colectiva que da forma a la creación de un imaginario a través de la incorporación de una nueva tecnología en el contexto social. El imaginario colectivo y social, ligados a las posibilidades de interconexión e interacción que ofrecen los espacios virtuales e internet, son, en la obra de Flichy (y de manera indirecta y menos evidente en la de Paik, aunque se encuentre de manera implícita) elementos que de algún modo dan lugar al desarrollo de teorías sobre el surgimiento de nuevas utopías, ligadas a la implementación de nuevas tecnologías en un contexto en el que anteriormente no se habían implantado. La interrelación entre la tecnología y los modelos de intervención en el espacio encuentran de este modo una serie de puntos de confluencia significativos, de manera que la relación de la tecnología con el espacio en el que se desarrolla

---

<sup>76</sup> Ya se hace referencia en otros apartados a los estudios de las disciplinas STEAM

(incluso si la tecnología permite un acceso de naturaleza ubicua) y con las metodologías de intervención con el propio espacio se encuentran estrechamente ligadas.

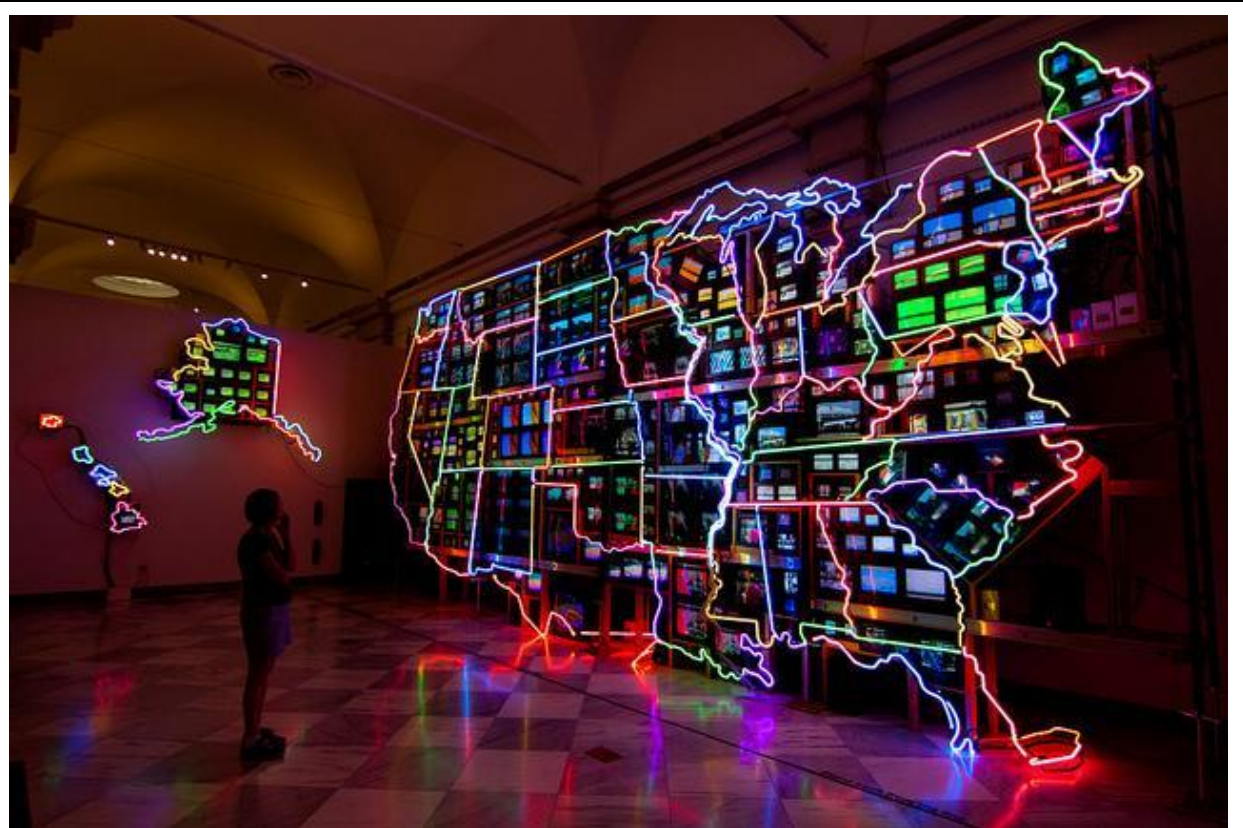


Figura 24. *Electronic Superhighway: Continental U.S., Alaska, Hawaii*, instalación de Nam June Paik (1995) en el Smithsonian American Art Museum.

La obra se compone de neones de diferente tonalidad que enmarcan una serie de pantallas que emiten secuencias en diferentes tonalidades de colores saturados. Una de las principales ideas expuestas en la obra que la diferencia tonal percibida en los estados nos recuerda que aquellos guardan sus identidades y sus culturas a pesar de la cada vez mayor interconexión. Recuperado de <https://www.flickr.com/photos/theqspeaks/5996152487/> en 2014-08-12.

### 6.6.2. Configuraciones y recontextualización del espacio físico en procesos de enseñanza.

La cuestión del espacio, tal como se observa en torno a reflexiones realizadas en apartados anteriores en la presente descripción del marco teórico y el estado de la cuestión, se encuentra en ocasiones estrechamente ligada a la idea de territorio. Existen también las aproximaciones conceptuales y dimensionales, que abordan la cuestión del espacio físico como un medio de intervención, creación, exploración y/o experimentación, y que a menudo se observa como un constructo más allá de sus

## 6. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DE LA CUESTIÓN

apreciaciones dimensionales. El propio concepto de continuo de la virtualidad se encuentra derivado de una serie de constructos que en su origen pertenecían al ámbito del pensamiento y los imaginarios de los individuos. Simplemente, ese poder de intervención y de influencia en el espacio físico, se ve potenciado con el uso y la evolución de las tecnologías que permiten explorar gran parte de continuo de la virtualidad, de modo que el espacio físico es simplemente un espacio susceptible de intervención más.

Dentro del contexto de desarrollo de proyectos, muchos de ellos ligados a la educación, la investigación, la elaboración de proyectos de carácter colectivo, se observan estudios que están estrechamente relacionados con la percepción psicológica y afectiva del propio espacio en el que una serie de actividades son desarrolladas. El desarrollo de actividades en un espacio determinado es observado con un enfoque desde el cual la configuración del espacio, ya sea abordado desde el entorno como de los objetos que aparecen en él, ejerce una influencia relevante en la manera en que son desarrolladas las actividades (Cabañes y Rubio, 2014). De hecho, la distribución del mobiliario, la disposición del tamaño del entorno, e incluso la disponibilidad de herramientas, por una parte, de carácter manual, y por otra parte, de carácter tecnológico (que permiten crear una extensión del propio espacio físico a partir del uso de la realidad virtual o de la realidad aumentada), son factores determinantes a la hora de planear el desarrollo de las actividades y de plantear una serie de reflexiones en torno a la naturaleza de las mismas.

En el contexto social en el que se desarrollan las actividades relacionadas con la intervención en el espacio, la experimentación, la indagación, la exploración, y la creación, también entra a su vez en juego la cuestión relativa a los usos del espacio urbano, que tiene una relación directa con la cuestión geoespacial. Más allá de la cuestión geográfica planteada anteriormente, se puede observar estudios que plantean la cuestión del espacio urbano como un espacio de intervención que engloba los factores anteriormente mencionados. Weche (2013) propone de esta manera la ciudad y el espacio urbano como un espacio de posibilidades, de modo que su configuración, con todas sus funciones y repercusiones, debe de tener un carácter no estático y desprovisto de condicionantes, de modo que cada individuo tenga la posibilidad de darle un sentido propio, adaptado a sus finalidades específicas<sup>77</sup>. El espacio urbano se plantea de este modo, de manera intrínseca, como una propia extensión del espacio educativo, en donde confluyen los elementos que son susceptibles de ser modificados para un proceso de enseñanza-aprendizaje basado en los factores relativos a la intervención, la creación, la indagación y la experimentación. Es por ello que el espacio no sólo se prolonga conceptualmente y físicamente mediado por la realidad aumentada

---

<sup>77</sup> *Die vorgefertigte Gestalt des Stadtraums mit all ihren Funktionen und Wirkungen ist nicht statisch und muss nicht bedingungslos hingenommen werden - jeder hat das Recht den Raum in seinem Sinne und für seine Zwecke mit- und umzugestalten.* (Weche, 2013: 35)

y la realidad virtual, sino que esa prolongación del espacio viene dada anteriormente gracias a la descontextualización (volviendo de nuevo a Beuys y al movimiento Fluxus) del propio espacio y del replanteamiento de sus fronteras específicas.

Si la ampliación de fronteras del arte pasa principalmente por la incorporación de sus procedimientos a lo largo del continuo de la virtualidad (a través de manifestaciones como el net.art, las instalaciones, arte en el espacio virtual, el arte generativo, o la intervenciones a través de la realidad aumentada), la expansión de sus límites físicos a través del planteamiento de la geografía (y con ella, de manera implícita, el espacio urbano) como nuevos soportes (tanto en un contexto macro como en un contexto micro) o el carácter interdisciplinar (incorporación de la ciencia y la tecnología a los procesos de creación y exhibición), el contexto de la enseñanza-aprendizaje viene sometido a una serie de procesos análogos, en la medida en que parte del planteamiento evolutivo viene influenciado en gran medida por estos tres factores: diferentes niveles de realidad para la interacción, ampliación de fronteras del espacio físico, y transversalidad interdisciplinar, cabiendo mencionar también, a su vez, el rol que ejerce la incorporación de planteamientos relacionados con nuevos modelos pedagógicos y planteamientos pedagógicos (Acaso, 2012).

En todo caso el aprendizaje a través de la intervención y la exploración en y del entorno cotidiano, si bien no son fenómenos inéditos del contexto actual, es remarcable el planteamiento que suponen algunas de las experiencias en relación a esta cuestión que están siendo llevadas a cabo. Parte de estas reflexiones indagan en la cuestión de la cotidianidad y en un proceso de enseñanza-aprendizaje que ponen el foco en la intervención y la exploración de tal entorno cotidiano, permitiendo un proceso de intervención que plantee a su vez el desarrollo de la comprensión creativa a través de la comprensión del propio entorno, específicamente en lo relativo a la cuestión de la comprensión del entorno urbano. De este modo, en experiencias llevadas a cabo por autores como Weche (2013), el entorno (urbano) se convierte, durante las intervenciones, en un lugar de juegos de aventuras donde se resalta la importancia del carácter artístico y estético de la intervención, configurándose tal entorno urbano como un experimento estético que a su vez da lugar a reacciones del público que en una primera instancia no participa en la intervención. Ello permite también el reconocimiento de la ciudad a través de diferentes perspectivas y cambios producidos en el entorno cotidiano, y percibir el conjunto de actividades cotidianas como un conglomerado de costumbres, que sufren un proceso de transformación a través de la intervención en el espacio.

La exploración del espacio urbano a través de las artes y la reconfiguración de las fronteras físicas del espacio educativo, llevando en ocasiones la configuración y percepción a un grado elevado de ubicuidad, plantea a su vez una serie de cuestiones

en torno a las posibilidades, no sólo físicas y conceptuales, sino también argumentales, que ofrece el espacio, y que puede ser extrapolado en última instancia a la interacción producida con el continuo de la virtualidad. Dentro de tal cuestión cabe por tanto resaltar la consideración del factor genuino de los propios espacios, y por extrapolación, una reflexión en torno a las propias particularidades de cualquier espacio concreto, que ofrecerán como consecuencia una percepción de la experiencia completamente única y singular, dependiendo de cómo y dónde se desarrolle tal experiencia.

Siguiendo tal línea de argumentación, Weche (2013) asevera que las intervenciones poseen un carácter transitorio y efímero, que se considera como una característica propia e intrínseca de la intervención en el espacio urbano, describiendo a su vez la metáfora del habitante de la ciudad que se transforma en una especie de habitante del mundo de la ficción, desempeñando una nueva serie de rol en dicho espacio.

La reconfiguración y recontextualización del uso del espacio también da a su vez lugar a experiencias que tienen como punto de partida el cambio de disposición y de posición de los elementos del entorno, permitiendo elaborar un nuevo concepto que aporta un cambio de perspectiva al lugar en el cual se desarrollan las experiencias (Zimmermann, 2013). La intervención en el espacio descrita en tal experiencia parte de la idea de que los estudiantes-usuarios deben dar una nueva disposición a los objetos de manera que se favorezca la interacción entre personas y el carácter lúdico, posibilitando que los intervinientes se sientan relativamente cómodos<sup>78</sup>. Las líneas de intervención también cuentan con cambios en la disposición del entorno con el fin de favorecer nuevas perspectivas de la misma, y donde se incide en la libertad del estudiante para buscar la posición que favorezca la interacción con el entorno y la propia comodidad. Otro de los factores importantes pone el foco en la cuestión de la iluminación y la atmósfera, permitiendo que las propias fuentes de luz sean un elemento más, que sea susceptible de intervención, de manera que a través del juego con la luz y la atmósfera se amplía la gama de posibilidades de intervención en el espacio<sup>79</sup>.

---

<sup>78</sup> Por ejemplo, hay momentos de la intervención descrita por Zimmermann en el que objetos cotidianos, tales como sillas y mesas, son apilados y redistribuidos para liberar espacio, al mismo tiempo que se fomenta una estrecha relación con la disposición del espacio y a su vez la creatividad.

<sup>79</sup> En la experiencia descrita por Zimmermann (2013) los estudiantes disponen de linternas y dispositivos y artefactos que permiten cambiar los colores de la iluminación, otorgándole un carácter lúdico e interactivo a la propia atmósfera y ambiente, que se convierte en un espacio para la reflexión. Muchos de los objetos que son utilizados en esta experiencia son objetos artesanales. También se incorporan, a su vez, otros objetos, como pueden ser espejos. El factor movimiento tiene, además, una especial importancia en el transcurso de esta experiencia:

*Die taschenlampe Wurde wie ein Kreisel in Bewegung versetzt und streute ihre Lichtfunken durch die Spiegel in wechselnden Farben in den ganzen Raum.* (Zimmermann, 2013: 66)

La idea de la expansión de los límites del espacio, tanto físico como conceptual, también se fundamenta en otros contextos, tales como el uso de las posibilidades multidimensionales del sonido, donde se pueden encontrar exponentes en las experiencias llevadas a cabo en Audiogames, instalación interactiva de sonido y espacio desarrollada por el colectivo ArsGames. Roszak (2013) también propone, dentro del contexto educativo, una serie de experimentos con sonidos espaciales, en el que los docentes se plantean cuestiones en torno a cómo suena el propio espacio de aprendizaje situado, incorporando a la reflexión la cuestión de la sinestesia, y resaltando la importancia acústica en la interacción con el espacio, poniendo en relieve la reflexión en torno a las posibilidades de intervención que ofrece el espacio gracias a la incorporación de la dimensión sonora.

En lo relativo a la relación que pone en relieve la idea de exploración e indagación en el ámbito del espacio físico, Bachem (2013) desarrolla experiencias con el contexto de los *espacios escondidos*<sup>80</sup>. Durante el proceso de desarrollo de la experiencia, los estudiantes ponen de manifiesto perspectivas relativas al escondite, de modo que se produce una reflexión en torno al espacio escondido, seguido de un proceso de búsqueda de espacios que sean susceptibles de ejercer tal función en el contexto lúdico. El interés de esta experiencia reside en la idea de que el escondite, más allá de su contexto lúdico, puede ser abordado como una idea para la reflexión, una especie de experiencia de usuario, además de posibilitar la búsqueda de una subjetividad inherente a la idea original, subjetividad a través de la cual el estudiante plantea y desarrolla una concepción propia de escondite, que tiene relación a factores como sus objetivos o su personalidad, permitiendo, a su vez, un enriquecimiento del propio concepto a través de las experiencias, la indagación y la creación y la exploración, en la línea en que se vienen desarrollando las experiencias análogas descritas en este contexto, que aportan una reflexión desde diferentes enfoques al ámbito del espacio físico. Ello permite a su vez poner en relieve la cuestión relativa a la incorporación de tecnologías relacionadas con el continuo de la virtualidad, tales como la realidad aumentada y la realidad virtual (y que incluye por ende la realidad mixta), de manera que se posibilite la idea de interacción con el espacio con nociones incorporadas a posteriori, tales como la experiencia de usuario o las interfaces, que posibiliten un proceso de prolongación del propio espacio del espacio físico a través de experiencias producidas en otros niveles consustanciales al continuo de la virtualidad.

---

<sup>80</sup> *Geheime Orte*, en el texto original en alemán (Bachem, 2013)





Figura 25. Instalación lúdico-interactiva, basada en sonido cuadrafónico y realidad aumentada, de Audiogames, desarrollada por Arsgames.

La instalación lúdica e interactiva Audiogames, uno de los proyectos llevados a cabo por Arsgames, permite al usuario experimentar con conceptos tales como espacio, sonido multidimensional y sinestesia, así como interactuar con interfaces de diversa naturaleza, permitiendo establecer nuevas líneas de investigación que reflexionan en torno a la relación entre espacio y tecnología a través de la mediación de la multidimensionalidad y el paisaje sonoros.

Recuperado de <http://www.audiogames.arsgames.net/> en 2014-08-05

### 6.6.3. Espacio y *realidad mixta*: Espacios de aprendizaje co-creativos y colaborativos.

Tal como se viene refiriendo en el apartado precedente, el espacio, tanto físico como virtual, ejerce un impacto significativo en los procesos de aprendizaje. Si bien en el apartado anterior se pone el foco en el concepto del espacio físico y se aportan experiencias relativas a la exploración del propio espacio, se hace necesario a posteriori plantear las cuestiones relativas a la prolongación de ese espacio físico, por un lado, de manera en que las tecnologías permiten prolongar de alguna manera la propia idea del espacio físico, y por otra, a nivel conceptual, lo que se encuentra intrínsecamente relacionado con el primer modo de la interacción. Es por ello que el propio continuo de la virtualidad, a partir de los diferentes niveles de realidad

circunscritos en el mismo, permite la prolongación de la idea del espacio a través de la propia naturaleza, inherente a los diferentes tipos de realidad y los dispositivos con los que se produce el proceso de interacción. Pero a su vez, adherido a esta primera idea, surgen una serie de conceptos e ideas que tratan de describir el espacio prolongado a partir de las posibilidades que ofrece la tecnología, y a través de ideas, imaginarios, y figuras retóricas, que pueden extrapolarse a diferentes niveles de la realidad dentro del continuo de la virtualidad.

A partir de la primera década del siglo XXI es posible encontrar una notable cantidad de estudios relevantes, que hacen referencia a la relación de la tecnología con el espacio físico, y con los fenómenos que permiten observar un proceso de transformación e intervención del propio espacio físico a través de los diferentes estratos del continuo de la virtualidad. La exploración y la creatividad se convierten, en referencia a esto, en fenómenos esenciales a la hora de abordar el uso de la tecnología como herramienta que permite, no sólo acceder a otras realidades, sino intervenir y modificar ciertos aspectos de la realidad física, explorando conceptos como la memoria (Hughes y Stapleton, 2006), abordando dicha realidad desde un punto de vista poético (Manovich, 2010), reflexionando en torno a la cuestión de la usabilidad de las interfaces (Hsu y Shiau, 2013), o haciendo referencia a la idea de imaginación para incluirla en el continuo de la virtualidad (Stapleton y Davies, 2011)

La idea de exploración y búsqueda de métodos innovadores o experimentales de intervención en el espacio, mediadas por el uso de las tecnologías del continuo de la virtualidad también es explorada por Zhang y Kang (2007), a través del desarrollo de proyectos que implican la exploración de los paisajes sonoros (soundscapes) en espacios urbanos abiertos. De esta manera, el paisaje sonoro, aporta una nueva dimensión a los diferentes niveles de realidad estudiados en el continuo de la virtualidad, de manera que es usado como elemento que contribuye al factor inmersivo de un entorno, y teniendo una relación directa con fenómenos que ponen en evidencia la relación de la imagen y el espacio con el sonido, como es la sinestesia. La importancia del paisaje sonoro en el contexto del espacio permite incorporar una serie de procesos de reflexión a la idea de sonido multidimensional, incorporando las experiencias sonoras de un entorno concreto a los elementos que conforman el contexto ambiental de un espacio determinado, posibilitando la incorporación de las líneas de investigación relacionadas con el estudio del espacio al contexto del espacio virtual o la realidad aumenta, de modo que se puedan mejorar las prestaciones, las experiencias y las interacciones y los procesos de inmersión en tales entornos.

El uso del continuo de la virtualidad en contextos educativos también es objeto de experiencias que se basan en el aprendizaje constructivista, experiencial y colaborativo, de modo que desde la primera década del siglo XXI se vienen planteando experiencias



## 6. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DE LA CUESTIÓN

relativas al planteamiento de estrategias de uso del continuo de la virtualidad en espacios y contextos de enseñanza/aprendizaje. Kritzenberger, Winkler y Herczeg (2002) colaboran en el desarrollo del proyecto *ArtDeCom*<sup>81</sup>, que supone una de las primeras tentativas, mediados por elementos relativos al continuo de la virtualidad, como la realidad mixta, de integrar, a través de la teoría y la práctica, el estudio de las artes y las ciencias de la computación, lo que supone una de las primeras aproximaciones a lo que posteriormente Harrell y Harrell (2011) describen como STEAM, de manera que el espacio de realidad mixta ya es planteado como un entorno de convergencia interdisciplinar, y cuyo carácter multidimensional permite plantear estrategias constructivista y colaborativo. La construcción del conocimiento a través de experiencias con el espacio físico, plantea una reflexión en torno a los elementos que permiten interactuar dentro del espacio virtual, a través de lo que Resnick (1998, en Kritzenberger et al., 2002, p. 1035) denomina *digital manipulatives*. Estos constituyen una de las primeras tentativas en construir objetos experimentales en un contexto virtual, para promover el aprendizaje basado en experiencias y con un marcado carácter colaborativo, y que vienen acompañadas de estrategias de desarrollo y diseño de los propios entornos de realidad mixta, lo que permite experimentar con escenarios que tiene como punto de partida la simulación del espacio físico, y que permite modificarlos a través de la creatividad, la imaginación, y la ficción<sup>82</sup>.

---

<sup>81</sup> *Theory and Practice of Integrating Education and Training in Arts and Computer Science*

<sup>82</sup> Se encuentra, además, en el mismo contexto socio-educativo que parte de los estudios piloto que proponen el uso de la realidad virtual para el aprendizaje de las disciplinas STEM, en la primera década del siglo XXI. (Moreno y Mayer, 2002)



Figura 26. Proyecto ArtDeCom, *Theory and Practice of Integrating Education and Training in Arts and Computer Science*, (Kritzenberger et al., 2002).

En el proyecto, llevado a cabo en un colegio elemental en Lübeck (Alemania), fue uno de los proyectos piloto en la implementación del diseño de los espacios virtuales en contextos educativos en edades tempranas, y uno de los primeros en trabajar con *digital manipulatives*. En el proyecto ArtDeCom, los estudiantes participan, de manera colaborativa, en el diseño del entorno de realidad mixta, y en los objetos virtuales que forman parte de ese contexto. En el proyecto fueron utilizados LEGO Cam y *Lego Mindstorms Vision Command* para programar las secuencias interactivas de los procesos de reconocimiento de imágenes.

Los escenarios en los que se desarrollan experiencias relacionadas con la intervención en el espacio, en muchas ocasiones permitiendo un grado experimental sin precedentes, arrojan resultados prometedores, presentando, no obstante, a su vez, desafíos que implican a cada vez más áreas del conocimiento y la investigación científica, siendo necesario un fenómeno de convergencia para la resolución de nuevos planteamientos en escenarios que no se habían presentado con anterioridad. Hughes, Stapleton, Hughes y Smith (2005) afirman que las aplicaciones en mundo real requieren el planteamiento de escenarios complejos, en los se sugiere, por una parte, una solución de los aspectos del contenido, lo que que implica una racionalización eficiente iterativa, protagonizada por una solución relativa a los aspectos de la producción. Al mismo tiempo, se tienen en cuenta los aspectos técnicos, como el esbozo del diseño o el motor de mecánicas de narrativa a historias, siendo un factor que adquiere cada vez más relevancia. Según Hughes et al. (2005), este último aspecto conduce a la cuestión económica, que se encuentra relacionada directamente con la experiencia flexible fruto de un proceso de revisión posterior al desarrollo de la acción. Los autores inciden, asimismo, en la importancia de equipos multidisciplinares de investigación y desarrollo

de proyectos, que permiten llevar a cabo procesos de transformación de los espacios a través de instrumentos que permiten trabajar en torno a la realidad mixta.

Por su parte Peña-Ríos, Callaghan, Gardner y Alhaddad (2012) realizan investigaciones en torno a los espacios de aprendizaje virtuales tridimensionales y su relación con el contexto del propio espacio físico. Tales líneas de investigación ponen el foco en los procesos que permiten la fusión e integración de proyectos de vanguardia con realidad mixta, *learning design*, aprendizaje en la nube y entornos virtuales tridimensionales, permitiendo incorporar la naturaleza de estos fenómenos en un porta de aprendizaje que se basa en aspectos pedagógicos. La propuesta se basa en un modelo que aplica metodologías del *problem-based learning* (PBL) para los contextos de enseñanza-aprendizaje, que incluye componentes tales como el aprendizaje co-creativo y colaborativo, o la creación de un entorno-espacio-laboratorio de realidad mixta para el aprendizaje embebido en la computación. Los trabajos de concepción de tales entornos experimentales también incluyen conceptos relacionados con aplicaciones emergentes de la informática y la computación, como el *internet de las cosas*<sup>83</sup>. El modelo propuesto por Peña-Ríos et al. (2012) propone, además, la incorporación del *learning design* para la concepción y el desarrollo del espacio virtual, incorporando también aproximaciones a la construcción de actividades de enseñanza-aprendizaje estandarizadas y la reutilización de recursos y objetos, lo que por otra parte se ha convertido en una tendencia en proyectos de diversa naturaleza que utilizan recursos virtuales.

---

<sup>83</sup> El *internet de las cosas* es un exponente de cómo los objetos cotidianos son incorporados a la realidad virtual y mixta.



Figura 27. *Blended Reality Demonstration*. Proyecto de demostración de realidad combinada que incorpora diferentes aspectos técnicos y relacionados con la realidad virtual y mixta, incidiendo en las posibilidades del uso del espacio.

Recuperado de <http://prlosana.com/> en 2014-10-12

#### 6.6.4. La metáfora del espacio digital a través de la interacción y intervención del usuario.

Volviendo a la cuestión del espacio digital como una metáfora del espacio físico<sup>84</sup>, en el que se desarrollan una serie de eventos que tienen relación entre sí, la literatura científica hace referencia a una multitud de estudios que abordan la cuestión del espacio digital y virtual (incluyendo, en muchos casos, con el paso del tiempo y la evolución de la tecnología, la realidad mixta). Las primeras aproximaciones en torno a la cuestión de la realidad virtual, llevadas a cabo en los primeros años 90 (Steuer, 1992), argumentan la necesidad de proveer un marco conceptual que permita encajar la teoría del nuevo escenario que estaría surgiendo, en el que la cuestión no estaría en los dispositivos<sup>85</sup> que van a ser utilizados para acceder a la realidad virtual<sup>86</sup>, sino en el

<sup>84</sup> Aunque otra de las aproximaciones ampliamente aceptadas sobre el espacio digital y los entornos virtuales es aquella que lo concibe como una *extensión* del propio espacio físico.

<sup>85</sup> Sin que, por otra parte, la cuestión de los dispositivos usados no deje de ser una cuestión de especial relevancia.

<sup>86</sup> Steuer (1992) enumera ya en los años 90 un listado preliminar de dispositivos a aquellos que pueden ser encontrados a mediados de los años 2010, si bien es cierto que la cuestión de la usabilidad y el acceso ha sido objeto de un proceso de evolución. Entre los dispositivos enumerado por Steuer se encuentran: ordenadores, cascos-gafas de realidad virtual (head-mounted displays), altavoces y guantes sensores de movimiento (*motion-sensing gloves*).

desarrollo de escenarios, usos y aplicaciones para una serie de tecnologías que se encuentran en pleno proceso de desarrollo y redefinición, incidiendo en la necesidad, a su vez, de llevar a cabo un estudio de los procesos y los efectos que tiene el uso de los espacios virtuales.

Respecto a las posibilidades de representación que ofrecen los espacios digitales y la realidad virtual (no como representaciones del espacio físico, sino también, como entornos y realidades donde se lleva a cabo la representación), Ryan (2001) argumenta que las tecnologías interactivas (incluyendo en ellas, lógicamente, aquellas que tienen relación con el continuo de la virtualidad) tienen como precursor y eco las tradiciones literarias y artísticas anteriores a la era electrónica. Es por ello que según esta perspectiva, las narrativas literarias tradicionales y las artes han sido objeto de una transformación gracias al espacio digital y la realidad virtual y mixta, enumerando fenómenos como la poseía electrónica, las películas interactivas, las instalaciones artísticas, digitales, el net.art, o otros fenómenos surgidos entre los años 90 y mediados de la primera década del siglo XXI. En el contexto de la narrativa dentro de los nuevos medios, los espacios digitales, y la realidad virtual, se observa cómo estos han incorporado, por una parte, los patrones de la cultura tradicional, pero por otra, se ha producido una evolución y experimentación con las narrativas en forma de fenómenos tales como la lectura interactiva y participativa, o las novelas hipertexto, por citar sólo algunos ejemplos, surgidos en la primera década del siglo XXI. En este contexto, la inmersión y la interactividad, que presentan un grado importante de relación con los espacios digitales y el continuo de la virtualidad, conforman un marco de relación con el fenómeno de abstracción que supone la palabra escrita o hablada, y permitiendo asociar el continuo de la virtualidad no solamente a la imagen o al entorno, sino a las posibilidades, tanto a nivel de figura retórica como de abstracción, de convergencia de ideas o de recurso narrativo, que ofrece la palabra escrita. Esta perspectiva, no obstante que aborda la cuestión del continuo de la virtualidad, y con ella, de los espacios digitales y la realidad virtual, desde el enfoque de la narrativa, y que de manera implícita tiene una tendencia a desarrollar una estructura similar a una trama, es ya planteada en la última década del siglo XX (Mayer (1995).

En línea con los fenómenos del espacio digital y el continuo de la virtualidad como entornos de representación, parte de la literatura científica concibe tales fenómenos como sistemas de comunicación. De esta manera, Biocca y Levy (1995) parten de la premisa de que un entorno de realidad virtual y un espacio digital son entornos de comunicación, y por tanto, parte de los postulados que definen la naturaleza de estos podían ser incorporados a la *teoría de la comunicación*. Es en este contexto que el continuo de la virtualidad y el espacio digital, vistos desde esta perspectiva, son susceptibles de incorporar las categorías dimensionales asociadas a la teoría de la comunicación, como serían la semiótica, la retórica, la cibernética, la psico-social, la sociocultural, y la fenomenológica (Craig, 1999).

Otra de las metáforas asociadas al contexto explicativo, que nos ayuda a comprender la naturaleza de los espacios digitales y el continuo de la virtualidad son los denominados *medios fantasmales* o *phantasmal media* (Harrell, 2013). Los *phantasmal media* son una aproximación para el análisis del comportamiento que los medios audiovisuales y digitales tienen en relación a las imágenes con las que se expresan, los estereotipos que utilizan, o los contextos culturales en los que se engloban. Harrell sostiene que, en el momento en el que los desarrolladores están creando elementos que conforman los espacios virtuales, tales como personajes o escenarios, están a su vez creando una serie de valores relativos a su forma de observar y concebir el mundo físico. Esta concepción de valores determina por lo tanto la percepción del mundo físico y las interacciones que finalmente se van a producir entre personas, de modo que, por ejemplo, un espacio virtual que contuviera estereotipos que dieran lugar a una serie de prejuicios (género, raza, orientación sexual, etc.) tendría efectos negativos finales en el mundo real<sup>87</sup>. De este modo, se da a su vez un fenómeno de convergencia entre poética y computación, en la medida en que la estructura de los sistemas asociados a los medios digitales y el continuo de la virtualidad *precisa de las ciencias de la computación, usando a su vez herramientas con una estructuración muy sólida para llevar a cabo una reflexión en torno a los medio digitales*<sup>88</sup>

Dentro de las perspectivas que conciben los espacios digitales y el continuo de la virtualidad como áreas en las que es posible un acercamiento a su comprensión a través de figuras retóricas, García García y Gértrudix Barrio (2009) distinguen una relación de grupos que interactúan o intervienen en los espacio digitales (lo que denominan *Mare Nostrum Digital*, en referencia a la semejanza con el hecho que supone la diversidad cultural de los pueblos que habitan las diferentes orillas del Mediterráneo). La distinción que se realiza incorpora también, a su vez, la referencia a un eje de pertenencia tecnológico, así como la idea de un eje de referencia del grado de competencia que se posee, profundizando más en el grado de comprensión de los fenómenos que se asocian a los espacios digitales. A su vez, los autores también se refieren al espacio digital y virtual en términos de *imaginario*, de modo que se percibe

---

<sup>87</sup> Ello no quiere decir, por ejemplo, que un videojuego violento incitara a la violencia (hay, de hecho, estudios que argumentan un efecto catártico en la violencia en los espacios virtuales), pero si la base de la industria de la realidad virtual, o de un entorno virtual concreto, se construye sobre prejuicios racistas, sexistas u homófobos, por poner sólo tres ejemplos, esos prejuicios corren el riesgo de ser extrapolados al mundo real, ya que la violencia estructural y cultural que se asocian a este tipo de prejuicios son más difíciles de observar de manera inmediata. Ver el *Triángulo de la Violencia* de Galtung (1969, 1990), donde se explican los conceptos de *violencia estructural* y *violencia cultural*, asociados a la *violencia invisible*.

<sup>88</sup> "...these [digital media] systems in precise mathematical ways, and use very structured tools to think about their values..." Recuperado de <http://newsoffice.mit.edu/2013/fox-harrell-phantasmal-media-1023> en 2014-10-16

## 6. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DE LA CUESTIÓN

una tendencia en parte de la literatura científica reciente que se alinea con la metodología descriptiva de otros autores (Flichy, 1980, 2001).

La naturaleza y características de los grupos que son distinguidos por parte de García García y Gértrudix Barrio (2009) se ven reflejados en el cuadro que se muestra a continuación:

Tabla 5. Relación de grupos que forman parte del denominado *Mare Nostrum Digital*. García García y Gértrudix Barrio (2009)

<b>Filósofos</b>	Disponen de las claves esenciales para la comprensión de las TIC en el contexto social	Capacidad imaginativa, argumentativa, persuasiva. Capacidad para explicar las tendencias de la TIC. Capacidad para explicar el sentido y la orientación social de las TIC.
<b>Políticos</b>	Diseño de estrategias que favorecen nuevos escenarios	Responsabilidad de aplicación de las TIC en beneficio de la sociedad mediante el establecimiento de políticas y estrategias. Disposición de mecanismos de control, regulación, y sanción.
<b>Exploradores / Descubridores</b>	Alto dominio tecnológico e imaginativo. Facilidad para explorar nuevas posibilidades de innovación tecnológica.	Inconformismo constante en relación al status quo tecnosocial. Búsqueda continua de los límites y fronteras del conocimiento.
<b>Agitadores</b>	Alto dominio tecnológico usado como medio de movilización. Hacktivismo	Altas competencias digitales. Capacidad para gestar nuevos recursos y escenarios tecnológicos.
<b>Sauvages</b>	Posesión de alta capacidad y potencialidad tecnológica	Competencias básicas por inmersión en un contexto digital.
<b>Nativos</b>	Posesión de alta capacidad y potencialidad tecnológica	Dos subvertientes: Experto (competente) No experto
<b>Colonos</b>	La adquisición de las competencias digitales se lleva a cabo del estudio	Se homologa con el nativo experto, adquiriendo la ciudadanía digital. Dos



		vertientes: -Dominantes: Actúan como prescriptores y difusores -No dominantes: No son agentes activos en la difusión
<b>Nómadas</b>	Oscilación entre diferentes entornos tecnológicos	Adquisición o pérdida de competencias digitales de forma alternativa o constante. Las circunstancias personales o situaciones sociales son los factores que a menudo marcan esa adquisición o pérdida de competencias.
<b>Inmigrantes</b>	Procedencia de otros entornos tecnológicos y usos de comunicación. Interés por la integración en el nuevo contexto digital	Competencias digitales a través de la formación
<b>Emigrantes</b>	Abandono del entorno digital. Víctimas de una brecha digital constante. Se caracterizan por la desmotivación.	Pérdida de competencias digitales debido al abandono.
<b>Disidentes</b>	Oposición al uso de las tecnologías, evitando participar en contextos donde estas se dan.	Pérdida de competencias digitales de forma voluntaria
<b>Apocalípticos</b>	Consideración de las tecnologías digitales como un peligro y una amenaza para el conjunto de la sociedad	Consideración nociva de las competencias digitales. Proselitismo de inconvenientes y peligros de la TIC

El fenómeno del espacio en relación al contexto del continuo de la virtualidad supone un objeto de estudio cuya comprensión es necesario incorporar con el fin de plantear interacciones y nuevos contextos relacionales entre el espacio físico y la realidad virtual, incorporando, además, las posibilidades que ofrecen las tecnologías de realidad mixta para mejorar la experiencia interactiva y la inmersión. Estos procesos de interacción, imaginarios, concepciones del espacio, metáforas de los diversos niveles de realidad, intervenciones en el espacio físico o virtual, o experiencias de aprendizaje mediadas por una interfaz inmersiva, constituyen un marco de convergencia que posibilita un



**6. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DE LA CUESTIÓN**

amplio número de posibilidades en torno al progreso y la investigación en torno a fenómenos como las artes, la educación, o la propia computación, teniendo en cuenta la naturaleza intrínseca del espacio en su contexto físico y de la reflexión en torno a sus posibilidades en el contexto virtual.

## 6.7. Espacio digital, convergencia tecnológica, usos y proyecciones: Perspectiva retórica y cognitiva de los usos del espacio y su contexto educativo

## 6. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DE LA CUESTIÓN

*El arte, o traducción gráfica de una cultura, es modelado por la manera de percibir el espacio.*

Marshall McLuhan

### 6.7.1. Retórica y perspectivas del espacio digital y virtual

El título de la novela de culto cyberpunk, *Snow Crash*<sup>89</sup> (Stephenson, 1992), describe el cielo del ciberespacio como el fondo de un televisor en el que se ha perdido la señal, haciendo a su vez referencia, a la primera frase de la ópera prima de Gibson (1986) la también célebre novela de género cyberpunk *Neuromante*<sup>90</sup>. Aunque a primera vista pueda parecer anecdótico este hecho, una parte importante de la terminología asociada a los contextos de inmersión e interacción, mediados con tecnologías digitales, y la retórica y metáforas que se asocian a estos espacios y procesos de interacción, tienen su origen producciones literarias y filmicas cyberpunk de los años 80 y 90<sup>91</sup>. Es por ello relevante destacar la influencia que ha ejercido y ejerce este subgénero literario y filmico<sup>92</sup>, ya no solamente en la calidad y temática de producciones de productos como videojuegos en el contexto actual, sino también en los constructos mentales y en los imaginarios que conforman espacio digital. Esta influencia del cyberpunk es también relevante en lo relativo a la perspectiva bajo la cual se examinan las relaciones e interacciones entre ser humano (usuario) y computadora, o entre seres humanos mediados por espacios computacionales, llevando parte de tal terminología utilizada en las producciones cyberpunk de los años 80 y 90 (y en las que es perceptible una notable evolución) a la literatura especializada en la temática y la literatura científica<sup>93</sup>.

<sup>89</sup> Snow Crash es un fallo en los ordenadores MacIntosh de los años 80 en los que aparecía en la pantalla una imagen similar a los de daban los televisores analógicos que perdían la señal.

<sup>90</sup> *Neuromancer* en el original en inglés.

<sup>91</sup> El término *Metaverso* fue usado por primera vez en por Stephenson en 1992 y a día de hoy tiene una connotación más amplia que *Mundo Virtual*. Del mismo modo, el uso del término avatar es pionero en la obra de Stephenson.

<sup>92</sup> Títulos literarios como *Snow Crash*, de Stephenson, *Neuromante*, de Gibson, *¿Sueñan los Androides con Ovejas Eléctricas?* de Kindred Dick, *Transmetropolitan* de Ellis o los *Cantos de Hyperion*, de Simmons, así como piezas audiovisuales (surgidas la mayoría entre los años 80 y los 90) como *Blade Runner* (inspirada en la novela de Kindred Dick), *Akira*, *Ghost in the Shell*, *Strange Days* o *Hacker*, han ejercido una notable influencia e impacto en el desarrollo de conceptos usados posteriormente en producciones interactivas virtuales, como videojuegos, o incluso en la terminología usada por la literatura especializada y científica, en un grado semejante en que la ciencia ficción ha ejercido una notable influencia en la terminología tecnológico-científica.

<sup>93</sup> Siendo los casos más relevantes los términos avatar y metaverso, que ya son mencionados en la novela de Stephenson (1992)

El concepto de un espacio virtual aparece con anterioridad ya en la obra de Gibson (1984) descrita como una realidad computacional compleja y de carácter global, constituida por una estructura de software, y en la que tiene especial relevancia la propia idea de espacio, siendo considerado a su vez como una representación que alberga figuras retóricas que a su vez explican o describen el espacio físico:

*El ciberespacio. Una alucinación consensual experimentada diariamente por billones de legítimos operadores, en todas las naciones, a niños a quienes se enseña altos conceptos matemáticos... Una representación gráfica de la información abstraída de los bancos de todos los ordenadores del sistema humano. Una complejidad inimaginable. Líneas de luz clasificadas en el no-espacio de la mente, conglomerados y constelaciones de información. Como las luces de una ciudad que se aleja...*

(Gibson, 1984, p. 64, en Juste, 2010, p. 8)

Esta descripción, si se obvian las connotaciones novelísticas, se aproxima de una manera bastante fidedigna a los fenómenos que en términos de un análisis de la literatura científica actual, acontecen en espacios de realidad virtual. Gibson (1984) utiliza los lugares comunes que se asocian de manera natural a los imaginarios de la tecnología y a la transmisión de la información, para pintar un paisaje imaginario cuya visualización es evidente, hoy día, gracias a las tecnologías de las que se dispone, que son las que permiten que se produzcan interacciones y al mismo tiempo posibilitan interconectarse desde terminales situadas en varios puntos del planeta, al mismo tiempo que se producen inmersiones en esa *alucinación consensual* que describe Gibson. En el contexto presente, que marca las tendencias y las proyecciones del continuo de la virtualidad, descrito en un primer momento por Milgram y Kishino (1994)<sup>94</sup>, se pueden observar procesos de transformación y evolución desde las primeras aproximaciones teóricas en los campos de la ciencia de la computación y sus aplicaciones desde los años 80 y 90, periodo en los cuales se empiezan a consolidar términos y conceptos asociados a través de las aportaciones literarias (científicas y especializadas, pero sin duda también novelísticas) y el mayor acceso a dispositivos tecnológicos digitales, sin dejar de mencionar la incorporación del software libre y el *open source* a un gran número de áreas en las que se aplican las ciencias de la computación.

El concepto mismo de metaverso, descrito en la obra de Stephenson y utilizado posteriormente en la literatura, haciendo referencia a un espacio virtual que conforma

<sup>94</sup> Que abarca desde el *mundo real* (o *espacio físico*) al *mundo virtual*, pudiéndose observar en el espacio intermedio la denominada *realidad mixta*, que incluye a su vez a la *realidad aumentada* (que toma elementos del *espacio de realidad virtual* para incorporarlos al *espacio físico*) y la *virtualidad aumentada* (tomando elementos del espacio físico para introducirlos en un espacio de realidad virtual, como los proyectos que son llevados a cabo en el *TeleimmersionLab* de la Universidad de California en Berkeley).

una entidad propia e independiente del espacio físico, presenta una evolución y especificación frente al concepto de *realidad virtual* incorporado por Lanier en los primeros años 80 (Lanier y Biocca, 1992), que resultaba a todas luces impreciso, ya que por entonces la concepción de un universo en el espacio virtual se encontraba en fases tempranas de teorización y desarrollo, aunque existieran experiencias anteriores que pudieran ser categorizadas como realidad virtual, tales como las aproximaciones de Sutherland y Sproull al desarrollar las primeras tentativas de concepción de un HMD (*Head-mounted display*) en los años 60 (en Chung, Harris, Brooks, Fuchs, Kelley, Hughes, Ouh-young, Cheung Holloway, Pique, 1989). No obstante, Lanier y Biocca (1992) se centran, en los años 90<sup>95</sup>, en las proyecciones que tiene la implantación de la realidad virtual en un avenir inmediato, describiendo un escenario en el que la disponibilidad de la realidad virtual se verá materializada a través de aplicaciones en dispositivos móviles, y donde los usuarios exploran nuevas formas de comunicación e interacción con el entorno. Tal perspectiva, abordada, tal como se explica, ya en los años 90, pone en relieve las posibilidades creativas que ofrece la realidad virtual y destaca el sentido de la exploración como un rasgo fundamental que caracteriza la propia realidad virtual ya desde sus primeras aproximaciones teóricas y desde sus aplicaciones en entornos cotidianos.

Las premisas teóricas que acompañan a las prácticas desarrolladas en torno o a las aplicaciones de realidad virtual son objeto de una serie de cambios que implican perspectivas con el foco en las aplicaciones en áreas de utilidad social, y que incorporan aspectos relativos a la literatura o la cinematografía, como puede ser la narrativa. Estos aspectos son descritos por Biocca y Levy (1995), que incorporan las relaciones, interacciones, y posibles aplicaciones, entre la realidad virtual, la comunicación y la narrativa, sosteniendo que la realidad virtual es en sí mismo un sistema de comunicación, y sentando los postulados para exploraciones a posteriori que han sido desarrolladas en las dos décadas siguientes. Es por ello que las aproximaciones sugeridas por Biocca y Levy a la hora de plantear la construcción de aplicaciones para la realidad virtual es considerar las metas esenciales de la comunicación y las necesidades sociales y del usuario, abordando cinco dimensiones relativas a la comunicación: 1) *codificación de la información*, 2) *descodificación de la información*, 3) *coordinación de la acción social*, 4) *creación de una realidad social* y 5) *transformación de las formas físicas* (Biocca, 1994, en Kramer, 1995, p. 265).

Los aspectos fundamentales de la narrativa, implícita en la realidad virtual, también son abordados por Meyer (1995). De esta manera Meyer detalla aspectos fundamentales de la narrativa, tales como la *orquestración de personajes*, el *conflicto*, y el *incremento*

---

<sup>95</sup> Lanier y Biocca (1992:154) afirmaban que los niños nacidos en la década de los 90 iban a crecer en un mundo en el que la realidad virtual se encuentre fácilmente accesible en los entornos que le rodean.

*de la acción de la intensidad narrativa*, que desemboca en un *clímax*, para después pasar a un *decrecimiento de la intensidad narrativa*. También se hace referencia a la importancia que conlleva el hecho de que la narrativa tenga un carácter interactivo, sosteniendo que ese rasgo de interacción que aporta la realidad virtual a la narrativa genera un mayor interés en la propia narrativa, y que posibilite al mismo tiempo mantener el delicado equilibrio entre los elementos propios de la narrativa y las acciones desarrolladas ad hoc para el usuario. Las tramas narrativas tienen, en ese aspecto, una característica particular, y es que se presentan una fragilidad especial a la hora de mantener una interactividad en la que se pueda obrar con total libertad de acción y desplazamiento por el escenario interactivo. Las ficciones interactivas, de una manera similar a la interacción que ofrece la realidad aumentada, descrita en otros capítulos, incrementan los niveles de implicación del usuario (también desde el punto de vista emocional) en la trama, de manera que tal libertad de acción y desplazamiento propuesta, si bien es cierto que genera tensiones con la concepción estructural de la trama, la identificación del usuario con el entorno y los componentes que constituyen las partes de la trama adquiere un incremento significativo.

La narrativa constituye uno de los campos de aproximación a la construcción de modelos que permitan el desarrollo de aplicación de la realidad en diferentes campos. No obstante, la consideración del factor narrativo tiene un impacto directo relevante en otras áreas asociadas a la propia narrativa, como puede ser la propia comunicación. Desde esta perspectiva, la comunicación se convierte en un campo de investigación, con el foco puesto en la realidad virtual, que puede ser abordado desde múltiples perspectivas. Valente y Bardini (1995) proponen modelos que promulguen la difusión e implantación generalizada de la realidad virtual, a través de la creación de redes y el desarrollo de políticas ad hoc. Palmer (1995) pone el foco del análisis de la realidad virtual en el potencial que ofrece para promover relaciones interpersonales, promoviendo el estudio de la influencia que la propia realidad virtual ejerce en el comportamiento relacional. A este respecto, la realidad virtual se comporta como un agente mediador entre los individuos, debido en gran medida a las posibilidades de interacción implícita en la propia realidad virtual, que se vuelve no obstante más complejo cuando tales entornos son entidades sofisticadas e independientes del espacio físico, como es el caso específico de los metaversos.

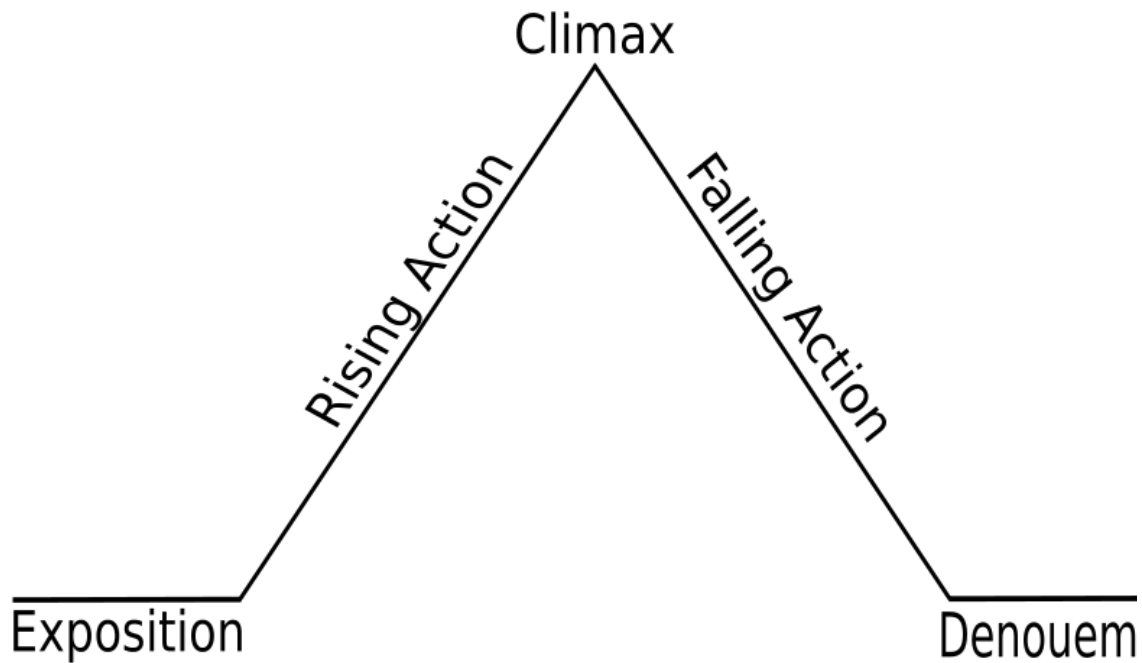


Figura 28. Pirámide de Freytag (1863, en Meyer, 1995) que describe la estructura narrativa genérica de un guión, que tiene su origen en la Poética de Aristóteles, y que es citada por Meyer (1995, p. 224) para describir las similitudes de la narrativa con la realidad virtual.

Elaboración propia a partir de fuentes de internet.

El espacio de realidad virtual se conforma, desde el enfoque otorgado por gran parte de la literatura científica, como un espacio de interacción, en concordancia a la línea descriptiva que se ve reflejada en las aproximaciones al continuo de la virtualidad. Dentro de las posibilidades que ofrece la interacción, desde un punto de vista narrativo que implica a la realidad virtual y al espacio físico, Meyer (1995, p. 240) hace distinción entre cuatro tipos de interacción operacional: 1) *entidad virtual operando en dominios virtuales*, 2) *entidad virtual operando en dominios físicos*, 3) *entidades físicas operando en dominios virtuales* y 4) *entidades físicas operando en dominios físicos*. Estas interacciones producidas entre estos dos extremos del continuo, descritas en los años 90, contribuyen a cimentar las aproximaciones de HCI y usabilidad que tienen una proyección en la literatura científica y especializada y el desarrollo de aplicaciones tecnológicas cuya operatividad oscila entre estos dos universos contrapuestos, lo que a su vez contribuye a complementar los espacios que corresponden al espectro intermedio del continuo de la virtualidad (realidad mixta). Las interacciones producidas entre estos dos ámbitos, descritas por Meyer, reflejan las posibilidades que ofrece la realidad virtual en lo relativo a la esquematización de modelos de tramas narrativas, lo que a su



vez permite extrapolar los modelos de interacción a entidades del continuo de la virtualidad que poseen una naturaleza que presenta diferencias estructurales y conceptuales, como es la realidad aumentada, pero que requiere, desde ciertas perspectivas, un marco relativo a la cuestión narrativa para que pueda ser abordada.

### Tipos de interacción entre dominios físicos y virtuales

<i>Tipo de interacción</i>	<i>Ejemplos</i>
Entidad física operando en el dominio físico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actores en un escenario</li> <li>• Martillo, uña, dedo pulgar</li> </ul>
Entidad física operando en un dominio virtual	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interruptor de luz física activa una luz virtual</li> <li>• Espejo</li> <li>• Gafas y guantes de realidad virtual</li> <li>• Sistema PAS de gráficos SIM</li> <li>• Sensor manipulador remoto</li> </ul>
Entidad virtual operando en el dominio físico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interruptor de luz virtual activa la luz de la habitación</li> <li>• Llave virtual abre un candado físico</li> <li>• <i>Homero</i> en el Pacífico</li> <li>• Actuador manipulador remoto</li> </ul>
Entidad virtual operando en un dominio virtual	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ballenas en un Seattle virtual</li> <li>• Pterodáctilos en <i>Pterodactyl Nightmare</i></li> </ul>

Figura 29. Ejemplos de tipos de Interacción producidos entre *dominios físicos* y *dominios virtuales*. Fuente: Meyer (1995). Nota: El PAS (Performance Animation System) es una armadura facial usada en los años 90 para controlar las expresiones faciales en personajes generados por computadora.

El espacio virtual ha vivido un proceso de expansión continua en años recientes, a su vez que se han expandido las posibilidades de uso y aplicaciones que ofrece, ya teorizadas a mediados de los años 90. Lanier (1992) pronostica un contexto en el que las aplicaciones de realidad virtual encuentran un espacio de implantación generalizado en áreas como el desarrollo de prototipos experimentales, las aplicaciones educativas o la capacidad o los sistemas de videoconferencia avanzados, denominados de *telepresencia*. Este escenario descrito a nivel teórico ha encontrado cabida en el contexto actual, en el que la literatura científica refleja experiencias con la realidad virtual como las descritas por Lanier en los años 90, como la exploración de entornos urbanos (Liarokapis, Brujoc-Okretic, Papakonstantinou, 2007), las aproximaciones de la realidad virtual a los imaginarios (Stapleton y Davies, 2011), la economía (Castronova, 2002), la cuestión metafísica (Heim, 1993), o la accesibilidad (Hughes, Smith, Schumaker y Hughes, 2009), reflejando un amplio espectro de aplicaciones en las cuales se han implantado tecnologías de realidad virtual. Dentro del contexto de

evolución natural de la realidad virtual y su introducción en diversas áreas del espectro tecnológico, social, científico y educativo, la evolución de los dispositivos ha permitido una mayor incidencia de los procesos y métodos, a través de los cuales se produce el acceso al espacio virtual, la conectividad e interconectividad, que dan lugar a los fenómenos de interacción producidos en estos espacios. Estos fenómenos relativos a la interacción, fruto de la evolución natural de los espacios inmersivos y de la propia realidad virtual, dan lugar, a su vez, a diversas aproximaciones teóricas y/o basadas en experiencias, que ponen el foco en la cuestión de las interfaces humanas. Es en este punto donde se plantea la necesidad de incorporar el estudio de las interacciones a través del HCI, teniendo a su vez en cuenta la influencia que ejercen los espacios de realidad virtual en las interacciones del usuario con el espacio físico que le rodea, a través del HWI (*Human-world interaction*).

El continuo de la virtualidad, implicando con ello el espacio y la realidad virtual, es objeto de incorporación continua de terminología asociada en las últimas décadas, tal como se describe en el presente apartado, de modo que estos fenómenos permiten visualizar una retroalimentación terminológica, retórica y simbólica, en constante evolución, entre la literatura científica, el cine, la literatura de ficción o los propios avances en los dispositivos de tecnologías digitales. Estos procesos de feedback o retroalimentación se producen con especial incidencia a medida que las TIC y la conectividad se hace más accesible, lo que posibilita un avance exponencial en diversos frentes, que incorporan la investigación científica y los procesos de creación interdisciplinar que llevan asociados la adquisición de competencias. La tecnología, los espacios y sus usos, encuentran, de este modo, una serie de puntos de convergencia asociados a los nuevos modos de aproximarse al arte y las nuevas realidades propiciadas por la ampliación del espacio digital, la terminología y retórica asociadas, y los imaginarios.

### 6.7.2. Espacio Virtual: La problemática del 3D como estereotipo

Desde la perspectiva de la evolución de los gráficos de ordenador y de la usabilidad de los espacios, lo que incluye los espacios de aprendizaje (tanto en 2D como en 3D), la literatura científica producida en la última década (Harrell y Harrell, 2012, Correia, Cassola, Azevedo, Pinheiro, Morgado, Martins, Fonseca, Paredes, 2012) realiza aproximaciones teóricas que marcan tendencias importantes sobre los usos y las relaciones de los usuarios con el espacio digital. En concreto Correia et al. (2012)<sup>96</sup>

---

<sup>96</sup> *An Exploratory Research Agenda for 3-D Virtual Worlds as Collaborative Learning Ecosystems: Extracting Evidences from Literature*. Se realiza un meta-análisis de tres *Common Vulnerabilities*

compilan una revisión de la literatura sobre las diferentes aproximaciones a los usos de los mundos virtuales en escenarios multidisciplinares, que se encuentran en relación con los ámbitos de la educación y la interacción social. Los puntos en los que se centra su revisión de la literatura científica, es en las prácticas colaborativas basadas en la simulación. La comprensión de la realidad virtual para el desarrollo de escenarios de enfoque multidisciplinar, en línea con lo que teorizan Lanier y Biocca (1992) en una primera aproximación, se hace precisa para desarrollar estrategias de acción que permitan implantar espacios virtuales y prácticas interactivas en diferentes áreas del conocimiento de una manera efectiva. Las oportunidades que ofrecen los espacios virtuales tridimensionales para los procesos de creación colaborativa y para la investigación en factores socioculturales se ve reflejada en las aplicaciones que se están llevando a cabo en el contexto actual, reflejadas, en el presente trabajo de investigación, en los apartados dedicados específicamente a la realidad virtual y la realidad aumentada, y que van desde el desarrollo de herramientas virtuales de aprendizaje, que incorporan los factores colaborativos e interactivos, hasta la creación de entornos para la simulación en el área de las ciencias médicas, pasando por la creación de entornos inmersivos para entrenamientos prácticos de distinta naturaleza.

Esta revisión de la literatura reciente y meta-análisis en relación al espacio virtual aporta claves sobre las tendencias emergentes, en relación a dichos espacios. En varios estudios recientes (Chow y Harrell, 2012, Correia et al., 2012), la problemática del espacio digital se asocia normalmente a un entorno virtual tridimensional (Correia et al. realizan un análisis de contenido teniendo como objeto de estudio el espacio digital tridimensional), lo que denota el proceso de asimilación de espacio a la concepción del espacio físico, yendo, no obstante más allá en la descripción de un espacio digital, que incluye también metáforas, metadatos, enlaces, hipertextos, interacciones y en el que recientemente se desarrollan campos tales como la computación afectiva, en la que las emociones se representan a partir de código y se codifican a partir de algoritmos.

En lo relativo a las características implícitas en la propia naturaleza del espacio virtual, las definiciones aportadas por Gibson (1986), Stephenson (1992) y Lanier y Biocca (1992) en torno a los metaversos, avatares y demás terminología, tienen, como se puede observar, un impacto en la literatura reciente, especialmente cuando se pretende realizar una aproximación desde las nuevas perspectivas de usabilidad, interacción, inmersión y HCI, que han sufrido una evidente evolución desde los años 80 y 90, en los que se podía imaginar cómo el usuario interactuaba con mundo virtuales teóricos, pero sin una proyección en la práctica que incluyera, de manera específica, conceptos ergonómicos o comportamentales, de manera que esa interacción y uso del metaverso en 3D, en muchos casos sólo se podía imaginar en un contexto novelístico, que en ocasiones estaba provisto de un carácter heroico. Es por ello que la literatura científica,

---

*and Exposures* (CVE) de 35 publicaciones en revistas, informes técnicos y conferencias relacionadas con el tema.

y en consecuencia, la literatura especializada y las obras de ficción (literatura de ficción y producciones audiovisuales), hasta desembocar con las experiencias de realidad virtual 3D en el contexto actual, ha sido testigo de una reformulación constante del término a medida que las posibilidades tecnológicas y los nuevos estados del arte permiten incorporar características nuevas a los espacios virtuales en 3D. Las nuevas aproximaciones a la descripción de los mundos virtuales en 3D incorporan las características que las experiencias implantadas en esta área permiten visualizar al observador una incorporación de términos que contribuyen a una construcción definitoria de mundo virtual. Entre las aproximaciones recientes, que parten de análisis de contenido relativo a la literatura, Morgado (2009, en Correia et al., 2012, p. 5) afirma que “los mundos virtuales pueden ser vistos como entornos virtuales en 3D que incorporan una presencia multiusos e inmersiva, y que son habitados por avatares<sup>97</sup>”.

En contrapartida, se hace también referencia (Correia et al., 2012) también a una suerte declive que en los últimos tiempos llevan sufriendo los mundos virtuales en 3D, en lo referente al interés que generan éstos y la representatividad. Este declive también puede ser observado en algunos contextos, como el respaldo de prácticas basadas en la simulación, o en aquellas que son de naturaleza colaborativa. En un marco social postmoderno, al que se hace referencia en el contexto actual, y que requiere a menudo soluciones de bajo coste para situaciones de alto riesgo (donde se puede percibir el impacto de tal declive), los medios invertidos en el área de la investigación, en la temática de los mundos virtuales han sentado las bases para el entendimiento del uso de la realidad virtual en escenarios multidisciplinares, que se relacionan con aspectos sociales y del aprendizaje<sup>98</sup>. Y muchas de las investigaciones han optado por proponer la implantación de soluciones de bajo costo, lo que en cierta medida contribuye a favorecer la implantación del uso de Estas bases también han definido ciertas limitaciones a las que se tiene que enfrentar la tecnología en este área. El declive puede ser percibido más en el contexto de las políticas, o desde la perspectiva de que la complejidad del uso de realidad virtual para determinadas tareas, más que en la limitación de los medios, ya que existe, a día de hoy, una cuantía considerable de soluciones de software que permiten desarrollar espacios de realidad virtual, serious games, o incluso proyectos de simuladores de metaversos, tanto a nivel de software propietario como de software libre. A este respecto, es de subrayar que en algunos escenarios del contexto social, educativo, científico, artístico-creativo, o tecnológico, no existe, o bien la necesidad o bien los protocolos o los mecanismos que permitan visualizar la utilidad de los entornos de realidad virtual en 3D, optando a menudo por otras tecnologías digitales que no impliquen necesariamente la inmersión tridimensional.

---

<sup>97</sup> Morgado agrega como importante el contexto día-noche como parte de los mundos virtuales, e insiste en la temática del avatar como el ente fundamental representante de los habitantes del mundo virtual.

<sup>98</sup> Se citan a modo de ejemplo el aprendizaje a distancia o la interacción social.

La limitación del espacio virtual, en lo relativo a su concepción e implantación, más que en el contexto de *limitación espacial* en sí (entendida como el equivalente a la limitación en el espacio físico), se encuentra fundamentalmente en dos factores tecnológicos principales, que son: 1) el *desarrollo de las herramientas tecnológicas digitales y el hardware*, y 2) el *alcance social de dichas herramientas*<sup>99</sup>. Si bien en el párrafo anterior se sostiene que el declive observado en los mundos virtuales en 3D se correspondía más a las políticas, las necesidades y los procedimientos y finalidades de uso que a los medios, no deja de ser cierto que tales limitaciones tecnológicas existen. Estas limitaciones tecnológicas se hacen patentes en el contexto en el que la limitación entra en conflicto con el imaginario y con la pulsión creativa del desarrollador, en el sentido de que los mundos virtuales en 3D son mundos que previamente habíamos imaginado, pero no corresponden con todo aquello imaginado. Las fronteras se encuentran en las posibilidades que ofrece la tecnología, ya sea las limitaciones de los motores de juegos, el ancho de banda que permite conectarnos a la red para interactuar con otros usuarios en el metaverso, o los hándicaps propios de los dispositivos a través de los cuales se produce la interacción y el manejo de la computadora. Y es en este contexto donde aquello que se imagina entra dentro del denominado *espacio de posibles* (Bourdieu, 1993). En este contexto, la creatividad constituye un factor importante en lo relativo a la reconfiguración de las industrias que tienen un componente tecnológico importante, en la medida en que dentro de la perspectiva de los espacios de realidad virtual entra el componente de la imaginación a través de un proceso de incursión en tal espacio de posibles que permite a su vez el perfeccionamiento de herramientas tecnológicas relacionadas con la creación de nuevos espacios en el continuo de la virtualidad, no estando exento, no obstante, de la tensión entre los deseos creativos de los desarrolladores y diseñadores y las limitaciones tecnológicas (Panourgias, Nandhakumar, Scarbrough, 2013)<sup>100</sup>.

El componente asociado a la representación de los entornos virtuales multimedia en 3D, permite observar ciertos rasgos asociados, asimismo a dichas limitaciones, que tienen relevancia en el contexto del desarrollo de gráficos de computador, además de las limitaciones presentadas con anterioridad, que tienen relación, como se ha remarcado, con las interfaces o con los motores de juegos. A este respecto se hace referencia a la manifiesta complejidad percibida en parte de la literatura científica de las interfaces, además de la cuestión de la representación del espacio en entornos inmersivos:

A medida que los gráficos de de computador evolucionan, los primeros objetos pusieron énfasis en la tecnología -tanto en términos de potencia en el

<sup>99</sup> El alcance social implica la facilidad de implantación de dichas herramientas y su normalización, que a su vez tienen relación con el Technology Acceptance Model (TAM).

<sup>100</sup> Panourgias et al. (2013) hacen referencia a la creatividad no tanto desde el punto de vista heurístico sino en relación con las industrias creativas.

renderizado de la escena en tiempo real, con el nivel de realismo que sea posible, pero también a través de complejas interfaces de tecnologías táctiles, o exhibiciones en “habitaciones virtuales” donde el visitante se vería completamente inmerso<sup>101</sup>. El desarrollo de modelos 3D inmersivos en ocasiones requiere a menudo de soluciones caras -tanto en el desarrollo como en la presentación-, apropiadas para experimentos de laboratorio para después ser implantados en entornos físicos.

(Correia et al. 2012, p. 3)

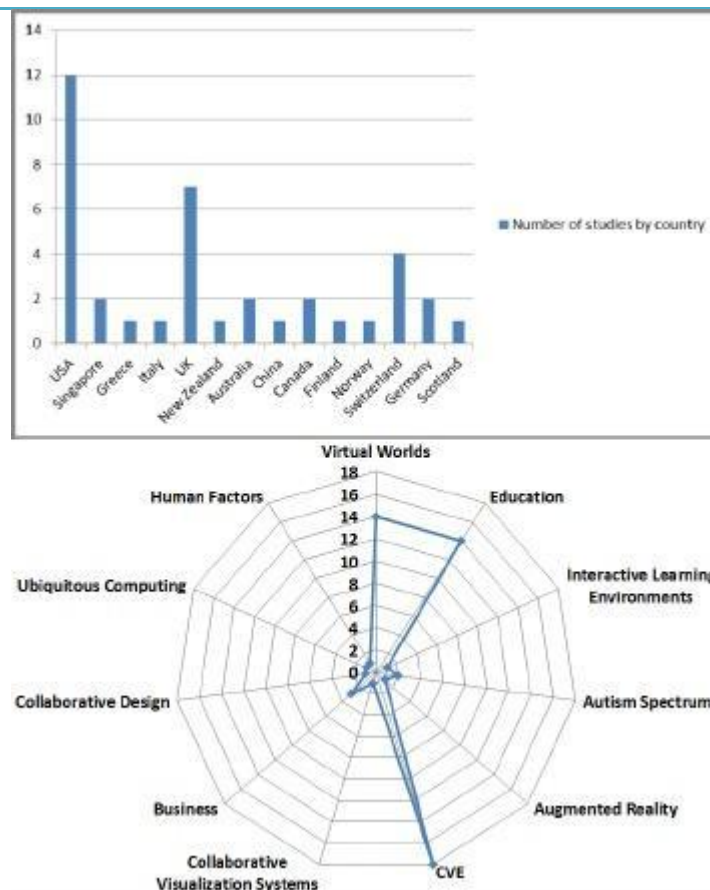


Figura 30. Temas identificados en una revisión de la literatura referente a l temática del espacio virtual (Correia et al. 2012, p. 5). Arriba, número de publicaciones por país (ibidem).

<sup>101</sup> En este caso se refieren a la reconstrucción de un sitio histórico a partir de tecnologías 3D.

### 6.7.3. Representación e imagen del espacio digital

La cuestión del espacio digital es enfocada desde la perspectiva que lo observa como una suerte de representación o incluso una figura retórica, ya que el espacio digital en sí se compone de una serie de algoritmos matemáticos que forman parte de una arquitectura de la información, la cual consta, por su propia naturaleza, de un diseño estructural. El propio concepto de *espacio* no ligado a lo físico, constituye una metonimia, ya que va más allá de la idea de imaginar un espacio tridimensional, aunque también exista esta posibilidad representativa gracias a los gráficos en 3D, y que es la representación más fidedigna del espacio físico, teniendo como modelos directos componentes concretos de este espacio físico<sup>102</sup>. Dentro de este *espacio no físico* mencionado con anterioridad, se encuentran implícitos contenidos relacionados con numerosos aspectos de la realidad cotidiana, como pueden ser los datos y los metadatos (lo que incluye su representación gráfica), que producen un cambio de percepción cognitiva a través del cambio de representación espacial, ejerciendo una notable influencia en la cognición del usuario, su interpretación del mundo, y su interacción con el mismo. Los resultados del uso del espacio virtual en diferentes contextos, como la adquisición de competencias, la investigación a través de la exploración de contenidos, o la creación a partir de las herramientas que ofrecen los espacios virtuales, incluidos los entornos virtuales en 3D o la realidad aumentada, arrojan resultados positivos en lo referente a la motivación y la implicación del usuario que utiliza la tecnología que le permite acceder a tales espacios e interactúa con ella (Papastergiou, 2009, Brenna y Resnick, 2012, Chang y Liu, 2013, Pérez-López y Contero, 2013), y donde la auto-percepción del propio usuario ejerce una influencia en su propia implicación, a través de una construcción del yo, que va a ejercer un impacto en su en la actuación y en las prácticas en el espacio virtual (Harrell y Harrell, 2012), donde en última instancia entra en escena el *efecto proteo*.

Dicha capacidad de cambio y transformación en el espacio digital puede suponer un impacto, a su vez, en la propia interacción de las personas en relación al mundo real, posibilitando alcanzar niveles de retroalimentación y *feedback* que no permiten otros medios de comunicación, y otorgándole al usuario la posibilidad de construir su propia trama narrativa.

Las representaciones de entidades digitales asociadas al usuario se constituyen, en todo caso, y teniendo en consideración los aspectos que han sido descritos, como periféricas a nuestras experiencias identitarias en el propio mundo real. Las experiencias que se producen en los mundos virtuales son a su vez mediatizadas a través de las tecnologías digitales como experiencias reales, ejerciendo esa mediatización una influencia en la

---

<sup>102</sup> De ahí la complejidad de llevar a cabo una representación de conceptos abstractos en un espacio de realidad virtual tridimensional, aunque se de tal posibilidad.

capacidad de interacción del propio usuario. Así, la categorización de las formas de interacción con el espacio digital es mediada por la imagen y la representación, pudiéndose visualizar a su vez una influencia significativa en la percepción del espacio y la construcción de figuras retóricas. La construcción identitaria en relación al espacio virtual retrotrae a los fenómenos descritos por Lakoff (en Harrell y Harrell, 2012, p. 79), asociados a la construcción de las entidades representadas en el espacio digital, y que se describen en el capítulo *Entornos Interactivos Virtuales y Aplicaciones en Contextos Socio-Educativos: TAM, Phantasmal Media, AR y Serious Games*, siendo enumerados en este apartado de forma concisa: *Representantes, Estereotipos, Ideales, Parangones y Ejemplos destacados*. Es de esta manera que la construcción de las representaciones del yo en el espacio virtual se transmite a través de los fenómenos diferenciados por Lakoff respecto a la imagen y a través de un constructo virtual en el que influye la auto-percepción del usuario<sup>103</sup>

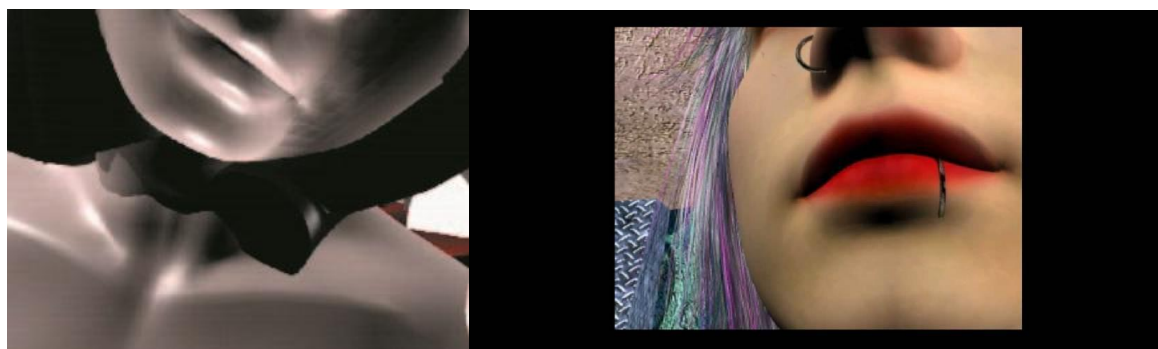


Figura 31. Creaciones experimentales en el espacio virtual. Obra: *Sonic Textures in my Mind*. Jose Luis Rubio Tamayo 2007.

En relación a la influencia de la construcción del yo en el espacio virtual, Harrell y Harrell (2012: 82) también diferencian tres dimensiones significativas, que son explicadas de manera precisa en el apartado *Entornos Interactivos Virtuales y Aplicaciones en Contextos Socio-Educativos: TAM, Phantasmal Media, AR y Serious Game*. Las dimensiones significativas que se distinguen son: 1) Apariencia gráfica cotidiana vs. Apariencia gráfica extraordinaria, 2) *Estatus ontológico del Espejo (Mirror) (1a persona) vs. Personaje (3a persona)*, y 3) *Usos: Instrumental vs. Relativo a Juegos*.

Los mundos virtuales tienen una perspectiva derivada directamente de la cuestión de la representación y de la metáfora, y es que permite desarrollar conceptos relacionados para que puedan ser implementados en el espacio físico. Esta capacidad de generar imaginarios que caracteriza al espacio digital en generar, tiene un impacto significativo

<sup>103</sup> El hecho de cómo se percibe una persona en el mundo real tiene influencia en la construcción de las representaciones de sí mismo en el mundo virtual, (p.ej. en la construcción de avatares).



a la hora de plantear, como se argumenta a lo largo del presente proyecto de investigación, la implantación de tecnologías y dispositivo que permitan interactuar al usuario con contextos relacionados con el espacio digital, espacialmente teniendo en cuenta el impacto de las tecnologías que se encuentran dentro del espectro del continuo de la virtualidad. Los estudios recientes han demostrado el impacto positivo de la realidad virtual y aumentada en lo referente al incremento de la motivación y la implicación del usuario (Papastergiou, 2009, Brenna y Resnick, 2012, Chang y Liu, 2013, Pérez-López y Contero, 2013), y su impacto positivo en el área de la educación o la investigación a través del incremento de los niveles de interacción que permite el continuo de la virtualidad. El uso de entornos virtuales se aborda en otros estudios desde la perspectiva de la innovación cultural y social (Jensen, Philips y Stand, 2012), para la creación de mundos con un nivel elevado de riqueza narrativa, que permita a los usuarios tener una visión crítica de la adquisición de conocimientos a través de contenidos (Black, Steinkuehler, 2007, Barab, Gresalfi, Ingram-Goble, 2010), el uso de la inmersión para la creación de ambientes de aprendizaje (González Aspera y Chávez Hernández, 2011), o la exploración con las posibilidades de inmersión e interacción que ofrece el continuo de la virtualidad a partir de tecnologías hápticas, estímulos multisensoriales o sonido 3D (Davis, Rolland, Hamza-Lup, Ha, Norfleet, Imielinska, 2003).

#### 6.7.4. Representación de la imagen y pensamiento computacional: Los estilos de aprendizaje (a través de la experiencia) en relación a los usos del espacio virtual.

La relación existente entre la imagen, la representación, el espacio, la percepción y auto-percepción del usuario respecto a los entornos virtuales multimedia y los espacios digitales (en un contexto más global), ejerce una influencia en la propia manera en que se produce el proceso de interacción con el espacio virtual. La influencia descrita no solamente es percibida en la interacción, sino también en la forma en que se piensa el propio espacio virtual, y la forma en que la incorporación de nuevos modos de interacción con espacios virtuales contribuye en la forma en que se organizan los constructos mentales y la propia cosmovisión.

En lo relativo a la influencia que se ejerce de manera mutua, un feedback entre la construcción de estructuras mentales y la interacción con el espacio digital, donde cada tipo de entorno virtual ejerce una influencia que lleva asociada una naturaleza distinta, Brenna y Resnick (2012) hacen un recorrido en torno al concepto de *pensamiento computacional* (*computational thinking*), definido dos décadas antes por Papert (1996). El *pensamiento computacional* consiste en un método de resolución de problemas que incorpora las técnicas de las ciencias de la computación. Wing (2008) distingue

principalmente tres factores que influyen en el campo del pensamiento computacional: ciencia, tecnología y sociedad, donde un contexto como el presente en el que se produce una aceleración exponencial de los avances tecnológicos (tecnología) y la transformación constante de las demandas sociales (sociedad) obligan a revisar las cuestiones elementales relativas al conocimiento científico<sup>104</sup>.

Es por ello de destacar que el pensamiento computacional plantea un reto educativo importante a nivel global, que debe de tener en consideración la incorporación de los dispositivos tecnológicos digitales (ordenadores, tablets y smartphones, a nivel más genérico, pero también dispositivos de realidad virtual como HMD), la influencia de las disciplinas STEM y STEAM, la creación de equipos de trabajo interdisciplinares que permitan a su vez establecer lo que Harrell y Harrell (2011) describen como *comunidades reflectivas*, e incorporar nuevas disciplinas relacionadas con el conocimiento de tecnologías emergentes que puedan ser aplicadas en los labs, como la robótica (Alimsis, 2012, Val y Pastor, 2012), lo que permite complementar el proceso de implementación de tecnologías desde un enfoque general, en el que entran en juego otras tecnologías que no son explícitamente parte del espacio virtual.

El contexto que se describe, en el que confluyen tecnologías (robóticas y digitales), espacios, métodos, y objetivos de aprendizaje, constituye en sí mismo una entidad con numerosas posibilidades de enfoque, siendo a su vez un laboratorio en el que la literatura científica relativa al tema se ha centrado en años recientes. Dentro de este marco de confluencia y convergencia, el pensamiento computacional se inscribe como parte de la metodología empleada dentro de los sistemas que conforman los espacios educativos o las industrias creativas, por citar dos ejemplos destacados. En el caso concreto de los espacios educativos, las aproximaciones al pensamiento computacional se ven reflejadas en actividades de aprendizaje tales como aquellas que encuentran su base en el diseño y la programación de medios interactivos, siendo el entorno de aprendizaje de programación *Scratch* un referente en lo relativo a la incorporación de los procesos de estructuración de la información en los contextos educativos (Sáez López y Miyata, 2013).

En lo referente a las dimensiones claves que describen el marco conceptual del pensamiento computacional, Brenna y Resnick (2012) describen las siguientes: 1) *Conceptos computacionales* (aquellos que involucran a los diseñadores y los desarrolladores a medida que realizan el proceso de programación de contenidos, entre los cuales se cita *repetición* o *paralelismo*), 2) *Prácticas computacionales* (desarrolladas por los diseñadores a medida que involucran los conceptos), 3) *Perspectivas computacionales* (aquellos que los diseñadores conforman en torno al espacio físico que les rodea y en torno a ellos mismos). Esta aproximación se encuentra

---

<sup>104</sup> Siempre siguiendo los criterios más estrictos del método científico.

en línea con parte de las experiencias llevadas a cabo en tiempos relativamente recientes en el ámbito de la educación (sobre todo desde mediados de los años 90), que incorporan a su vez un enfoque en las prácticas llevadas a cabo en el espacio digital más allá de la idea del pensamiento computacional. Las teorías de los estilos de aprendizaje, dentro del contexto educativo, suponen un enfoque transversal que incorpora los aspectos cognitivos, comportamentales y sociológicos a los conceptos, las perspectivas y las prácticas computacionales en el contexto de enseñanza/aprendizaje mediado por las tecnologías<sup>105</sup>.

Los aspectos cognitivos que definen las teorías de los estilos de aprendizaje se centran en los aspectos comportamentales y en la adquisición de competencias del individuo, así como en el punto de vista cognitivo que observa al individuo, en su proceso de interacción con el espacio digital, como un agente catalizador de los procesos que se llevan a cabo en tales espacios digitales, y que tiene un comportamiento determinado en relación a su forma de proceder, en lo relativo a la adquisición de conceptos. Dentro de este marco que pone en relieve las aproximaciones a los procesos de abstracción mental y de razonamiento, Klein (1951, en Melaré, 2008) describe dos estilos cognitivos específicos, si bien es cierto que existen aproximaciones anteriores en lo relativo a los estilos de aprendizaje<sup>106</sup>:

- 1) Niveladores:** Son más proclives a la abstracción mental, de manera que las imágenes mentales que se encuentran en la memoria de los niveladores poseen una naturaleza de carácter más inestable. La percepción y recepción cognitiva de los niveladores es más generalizada, teniendo su punto de vista una tendencia a encontrarse más integrado, global y holístico.
- 2) Afiliadores:** Tienen preferencia por el razonamiento concreto y presentan una percepción cognitiva muy específica, de modo que las imágenes mentales son percibidas por los afiliadores de una forma nítida y con una mayor precisión. La naturaleza perceptiva de los afiliadores les permite separar de manera clara y delimitada los diferentes conceptos.

A partir de la definición de los dos estilos cognitivos, en las dos décadas posteriores se observa la incorporación del análisis de los estilos de aprendizaje. Kolb (1976, 1984) describe de esta manera cuatro estilos de aprendizaje que parten de la premisa de los dos estilos de aprendizaje de Klein en los años 50, en lo que se denomina de manera oficial *The Learning Style Inventory (LSI)*. Estos estilos son: 1) *Acomodador* (basado en la ejecución y en la experimentación), 2) *Divergente* (que demuestra una capacidad de

---

<sup>105</sup> Un ejemplo que se puede citar es un Entorno Virtual de Aprendizaje o EVA.

<sup>106</sup> No se deben confundir con la *Teoría de las inteligencias múltiples* aunque exista una relación entre los estilos cognitivos y las inteligencias múltiples, desde Klein (1951) hasta Kolb (1976, 1984).

percibir las situaciones a través de múltiples perspectivas), 3) *Asimilador* (cuyo punto fuerte es el raciocinio inductivo y la generación de modelos teóricos), y el 4) *Convergente* (que demuestra capacidad de llevar a la práctica sus ideas). Estos estilos de aprendizaje se encuentran en relación directa con las propias variables identificadas que ejercen una influencia en los modos de aprender de las personas, y que encuentra su fundamento en la pirámide de las necesidades de Maslow, principalmente en lo relativo a las necesidades físicas, las necesidades de sociabilización, o las propias emociones.

Los estilos de aprendizaje de Kolb se incluyen no obstante en lo que se denomina teoría del aprendizaje a través de la experiencia, conocido comúnmente en la literatura científica como *Experiential Learning Model (ELM)*, que sugiere que los seres humanos obtienen la experiencia directamente del entorno en el que se encuentran, mediante los procesos de reflexión en su propia experiencia, de conceptualización y pensamiento abstracto del entorno que les rodea, y su participación activa en dicho entorno (Koob y Funk, 2002). Kolb (1984, Koob y Funk, 2002, p. 294) define el proceso de aprendizaje como *el proceso a través del cual el conocimiento es creado a través de la transformación de la experiencia, y que se encuentra mediado por cuatro dimensiones: 1) afectiva, 2) simbólica (cognición, capacidad de pensamiento), 3) comportamental y 4) perceptual (capacidad de observación)*. El aprendizaje a través de la experiencia, en el que se basan los estilos de aprendizaje, se puede percibir como un contexto en el cual el individuo se encuentra en un proceso de resolución de conflicto entre las diferentes competencias, de manera que estas pasan a integrarse en un contexto de habilidades, propias del individuo, que son de una naturaleza cada vez más sofisticada.

En lo relativo a los procesos de aprendizaje experiencial basados en los estilos de aprendizaje, es posible enfocar el rol de la tecnología (a nivel genérico, aunque haciendo hincapié en las tecnologías digitales) desde el punto de vista de una generadora y modificadora de los procesos de pensamiento del individuo. Explicado de otra manera, los estímulos de lo virtual instigan en el pensamiento una forma diferente de asimilación del conocimiento y la percepción, influyendo en la propia interacción con el mundo real. Esta escala es más genérica que la que pone el foco sobre el pensamiento computacional, pero la perspectiva desde la que se enfoca es la misma: la tecnología ejerce una influencia en el pensamiento y el comportamiento humanos, y en los procedimientos de interacción con el mundo y con los otros individuos. Y estas dimensiones pueden ser abordadas desde los cuatro tipos de interacción operacional que define Meyer (1995:240), entre los dominios físicos y virtuales, de manera que también se puedan observar las influencias que ejerce la tecnología en la configuración del pensamiento humano desde el punto de vista de esas interacciones, abriendo líneas

de investigación que convergen entre el continuo de la virtualidad, los procesos cognitivos y las interacciones y el pensamiento computacional.

En relación a la influencia que ejerce la tecnología (y el uso de espacios virtuales) en el proceso de aprendizaje humano, observado desde la perspectiva en que la tecnología se convierte en un agente modelador del pensamiento, Melaré (2008, p. 22) enumera los siguientes factores, que encuentran a su vez puntos de convergencia en los fenómenos descritos por:

- 1) *Factores físicos:* Los factores físicos se observan desde la perspectiva social y espacial en la que se encuentra el individuo. De esta manera, en el contexto de una sociedad de consumo, son establecidos determinados patrones físicos de belleza. La tecnología ejerce, en este contexto, una influencia notable en la dimensión y percepción del yo corporal. Esta dimensión de la percepción del yo corporal encuentra varios puntos de convergencia con los fenómenos descritos por los fenómenos descritos por Lakoff (en Harrell y Harrell, 2012, p. 79) y en las tres dimensiones significativas que diferencian Harrell y Harrell (2012).
- 2) *Factores ambientales:* Desde una perspectiva tecnológica, el ambiente es modificado vía los elementos que forman parte del mismo, como son el tiempo o el espacio físico. Este ambiente generado es distinto de la realidad pero se encuentra conectado a esa realidad, y muchos de sus fundamentos, representaciones, arquetipos e imaginarios tienen como base ese espacio físico. La tecnología y los espacios digitales poseen la capacidad de modificar tanto el tiempo como el espacio, ejerciendo una influencia notable en la percepción del individuo respecto al mundo, reforzando los postulados que enfocan la tecnología como transformadora de pensamiento.
- 3) *Factores cognitivos:* El uso de los espacios digitales a través del acceso a los dispositivos tecnológicos ha potenciado un proceso de transformación en los procesos cognitivos, lo que se traduce en mudanzas en las formas y procesos de razonamiento y en la propia potenciación del raciocinio. De este modo, es viable la incorporación de nuevos modelos de aproximación cognitiva, resolución de problemas y adquisición de competencias mediante las estrategias y métodos que ofrece la tecnología, como se viene observando en el caso del *pensamiento computacional*.

Estudios recientes (Tornerio Lorenzo, 2009, Jensen, Phillips y Strand, 2012) aportan una perspectiva de los mundos virtuales y los espacios digitales en la que son percibidos como entornos potenciadores de la innovación social y cultural, lo que viene a aportar nuevas dimensiones a futuras líneas de investigación, relacionadas con los procesos cognitivos y las esferas social y cultural. Esta influencia que ejercen los espacios

digitales desarrolla nuevos constructos perceptivos del espacio y la perspectiva a través de las figuras retóricas, así como de la propia construcción mental e interacción con el mundo físico. Al mismo tiempo, en el conjunto de las aproximaciones, desde el punto de vista del espacio digital como contexto tecnológico global, se da una transición de los procesos de arte, ciencia y tecnología a nuevas dimensiones espaciales, donde la información adquiere nuevas propiedades en lo relativo a la adopción de formas que permiten interactuar al usuario.

La idea de espacio digital y virtual incorpora en todo caso la dimensión relativa a la experiencia, de modo que esta pasa a formar parte intrínseca de lo digital, y por extensión, de lo virtual. Bajo esa perspectiva, el continuo de la virtualidad se encuentra intrínsecamente ligado a la experiencia y la interacción, y difícilmente puede ser entendido sin incorporar estas dimensiones. McLuhan y Juste confrontan esta idea del espacio virtual (*civilización electrónica*) a la perspectiva renacentista, como dos modelos antagónicos:

*La perspectiva renacentista, lograda mediante una manipulación intelectual del plano, al sustraer una dimensión, aparece como una expansión de la realidad, impracticable para el hombre, cuya mente la ha construido. En este sentido, para el profesor McLuhan, —En el espacio renacentista el espectador está ubicado sistemáticamente fuera del marco de la experiencia. Por el contrario, en la civilización electrónica, —El mundo instantáneo de los medios informativos eléctricos nos implica a todos a un tiempo. No es posible la separación y el marco*

(McLuhan: 53, en Juste, 2010, p. 232)

## 6. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DE LA CUESTIÓN

## 6.8. Entornos interactivos virtuales y aplicaciones en contextos socio-educativos: TAM, phantasmal media, AR y serious games



## 6. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DE LA CUESTIÓN

### 6.8.1. Introducción a los *phantasmal media*. Escenarios relativos al continuo de la virtualidad.

El continuo de la virtualidad, los denominados *medios fantasmales* o *phantasmal media* (Harrell, 2013) los modelos de aceptación de la tecnología (TAM), forman parte del constructo teórico, con proyecciones en la práctica, que permite profundizar en la comprensión del modo en que las TIC se implican en los entornos donde se producen el aprendizaje, la interacción y los procesos creativos y colaborativos, revelando, a través de la mediación de tales factores, un potencial para el diseño de escenarios interactivos, que permitirían profundizar en la mejora de los procesos de enseñanza/aprendizaje, a partir de perspectivas que incorporan modelos constructivistas, procesos creativos, y la interacción con la tecnología y el propio espacio. Dentro del continuo de la virtualidad, surgen, como se describe a lo largo de este proceso de investigación, contextos y escenarios muy concretos, que encuentran además puntos en comunes de convergencia. Tales escenarios, como los serious games (dentro del contexto de los videojuegos, pero cuya metodología y enfoque se aleja de los aspectos puramente lúdicos), la realidad aumentada y los entornos virtuales de aprendizaje (EVA), se presentan como fenómenos convergentes, ligados a una implantación cada vez más normalizada de la tecnología y a una interacción mayor con los espacios virtuales, permitiendo un avance significativo en la concepción, construcción y desarrollo de contenidos multimedia y transmedia. El marco teórico de investigación en el que se encuentran estos componentes, ofrece una aproximación interdisciplinar y transdisciplinar en lo que Harrell y Harrell (2011) denominan *STEAM learning*, donde el desarrollo de contenidos interactivos confluye con el aprendizaje de disciplinas tecnológicas y de un perfil más creativo, los medios disponibles para interactuar con el contenido, y las *comunidades reflectivas*, que son la piedra angular de los procesos de aprendizaje y trabajo colaborativo. Se observa por tanto una convergencia de aspectos asociados al arte, la ciencia, y la tecnología, y que incorpora una perspectiva que se aproxima a los roles de la imagen, la creatividad, la percepción cognitiva o la identidad, y las tensiones que presentan éstas con las limitaciones tecnológicas existentes.

La cuestión que pone el foco en la problemática de la convergencia entre los diferentes aspectos asociados al comportamiento y las competencias humanas, y por tanto, las disciplinas, ligados a la implantación cada vez mayor de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), se manifiesta como un área de estudio emergente en la que la literatura científica asociada a la educación y la convergencia con las tecnologías y otros aspectos transversales del conocimiento y la investigación, muestran un interés manifiesto. Con la mediación de esta cuestión, parte de la literatura científica presente (Grushka y Donnelly, 2010, Yengin, 2011, Bunts-Anderson, 2011, Crompton, 2013,) aborda la temática de la relación entre espacio virtual y educación, a partir de

múltiples enfoques, los cuales permitirían finalmente aproximarse a los roles y el funcionamiento de las tecnologías digitales en el caso concreto del área educativa, teniendo en cuenta que tal área de estudio se encuentra en un proceso de evolución permanente.

Las perspectivas desde las cuales se puede realizar una aproximación a las tecnologías y medios digitales, incluyendo del continuo de la virtualidad, permiten observar el propio impacto que tienen en los cambios producidos a niveles macro y micro, con el foco puesto en la convergencia de las diferentes áreas del conocimiento, y donde ejercen una especial influencia los aspectos sociales, o la propia percepción cognitiva. En el presente apartado se realiza una aproximación a la convergencia relativa a la problemática de la confluencia entre la tecnología digital, la creatividad, la representación, los procesos cognitivos asociados a la imagen, y las realidades virtual y aumentada. Para ello se parte desde una perspectiva general (macro), a través de la cual se analizan los principales componentes que se encuentran interrelacionados y convergentes, incrustados dentro de áreas del conocimiento que conforman lo que Harrell (2013) denomina los *Phantasmal Media*<sup>107</sup> (que aborda el gran potencial expresivo de los medios digitales, lo que abre puerta a investigaciones dentro de este área desde múltiples aproximaciones). De esta manera se construye, a través de una serie de conceptos teóricos, la base que permite desarrollar posteriormente experiencias empíricas y dentro del área de la experimentación en contextos situados, que ponen en evidencia la relación entre la práctica educativa y la implantación de fenómenos relacionados con el continuo de la virtualidad, como es el caso concreto de serious games, realidad virtual y realidad aumentada.

Dentro de la literatura científica que aborda experiencias empíricas, llevadas a cabo a partir de la implantación de tecnologías para la educación en entornos de aprendizaje situado y ubicuo, se pone el foco, en esta sección, en estudios (Papasterigou, 2009, Panourgias, Nandhakumar, Scarbrough, 2013) que muestran el impacto positivo de tres pilares esenciales del continuo de la virtualidad, que son los serious games, la realidad virtual, y la realidad aumentada. Se destacan, al mismo tiempo, los rasgos particulares que poseen tales fenómenos asociados al continuo de la virtualidad, de modo que permite la visualización de un modo más gráfico de las interacciones que se producen en un escenario en el que entran en juego factores como la creatividad, el comportamiento, o la percepción cognitiva.

---

<sup>107</sup> Harrell (2013) los define como el conjunto de fenómenos cognitivos que incluyen la propia identidad, las metáforas, las categorías sociales, el pensamiento poético y la narrativa. Según el propio Harrell, no se pueden comprender los procesos asociados a una implantación de experiencias empíricas de la tecnología sin tener en cuenta estos factores. Panourgias, Nandhakumar, y Scarbrough (2013) incluyen también las *perspectivas socio-materiales* y el *espacio de posibles*, dentro de la comprensión de los procesos de implantación de tecnologías concretas en espacios de aprendizaje.

La banda espectral que abarca desde el mundo físico real hasta la realidad virtual (que incluye, en los puntos intermedios, los conceptos de *realidad aumentada* y *virtualidad aumentada*, y que a su vez conforman la *realidad mixta*), denominado por Milgram y Kishino<sup>108</sup> (1994) *Continuo de la Virtualidad (Virtuality Continuum)*, proporciona medios que permiten la estructuración de las interacciones del conocimiento, la investigación, y los procesos creativos dentro del contexto de la interacción del usuario con el entorno que le rodea, que puede ser de naturaleza física, virtual, o mixta, y que varía en función de tal naturaleza. De esta manera, el aporte realiza a la literatura y a las prácticas la idea de un *continuo de virtualidad*, que permite aproximarse a fenómenos como la percepción cognitiva y la interacción entre personas y computadoras, lo que a su vez permite abrir el campo de estudio a cada vez más líneas de investigación relacionadas con las ciencias educativas, la comunicación, la ingeniería, las disciplinas artísticas o la ergonomía y las ciencias cognitivas. Es por esta razón, que el continuo de la virtualidad conforma una aproximación general para la comprensión de casos específicos, relacionados con la implantación de la realidad virtual, los serious games, y la realidad aumentada, en las áreas del conocimiento y la investigación que se acaban de mencionar.

Dentro de este contexto, se utiliza la metáfora del *Zooming in* y el *Zooming out* (Panourgias et al. 2013) para abordar los cambios de prisma teórico, desde los que se pretende posicionar el conocimiento relativo al área o conjunto de disciplinas que son descritas en esta sección. Dicha metáfora, que contiene implícito un recorrido a lo largo de las perspectivas *macro (Zooming out)* y *micro (Zooming in)*, es usada para realizar una descripción de la transformación de prisma en el aspecto teórico, a la vez que se reposiciona, en el área de de estudio concreta que se describe en esta sección, aquello que es preciso, para que ciertos aspectos de la práctica sean puestos en primer plano, a la vez que otros aspectos de esta misma práctica son categorizados.

Partiendo de las perspectivas, los puntos de enfoque, y los procesos cognitivos que se encuentran generalmente asociados a la imagen -desde el punto de vista de su espacialidad, su integración en diferentes conceptos, su capacidad de representación y de generación de figuras y contenidos retóricos (Gómez Gómez, 2014) -, se realiza un recorrido teórico por los fenómenos socio-materiales (Panourgias et al., 2013) y la tensión percibida entre la creatividad, las competencias y habilidades propias de los individuos y la tecnología, lo que incluye los aspectos relacionados con el continuo de la virtualidad, sobre todo en los aspectos que se mencionan en este apartado. Posteriormente se continúa con una aproximación teórica a la percepción y

---

<sup>108</sup> El uso del concepto de Continuo de la Virtualidad o Continuo Virtualidad Realidad es a día de hoy generalizado en gran parte de la literatura científica que trata la temática (Grasset, Mullony, Billingham, Schmalsteig, 2011, Carmigniani, Fuhr, Anisetti, Ceravolo, Damiani, Ivkovik, 2011, Stapleton, Davies, 2011)

autopercepción dentro del continuo realidad virtualidad, y se presentan estudios empíricos resultantes de la aplicación de la realidad aumentada y los serious games en entornos de aprendizaje situado (Papastergiou, 2009, Guillén-Nieto y Aleson Carbonell 2012, Chang y Liu, 2013, Pérez-López y Contero, 2013), lo que viene a reforzar la necesidad de continuar realizando aproximaciones dentro de la convergencia de las líneas de investigación que se tratan en el presente trabajo.



Figura 32. Virtuality Continuum / Continuo de la Virtualidad (Milgram y Kishino, 1994).  
Elaboración propia a partir de fuentes en internet.

### 6.8.2. Fases descriptivas del proceso macro-micro. Implicaciones socio-materiales.

#### 6.8.2.a. Perspectivas y procesos cognitivos de la imagen.

Chow y Harrell (2012) proponen, como parte de la construcción e integración de nuevas perspectivas que permitan profundizar la teoría, realizar un proceso de integración de las ciencias cognitivas dentro las áreas de las artes, buscando a su vez, al mismo tiempo un punto de convergencia y asociación a los medios electrónicos, lo que incorpora de manera implícita realidades dentro del continuo realidad virtualidad. Bajo esta perspectiva, las imágenes materiales, y aquellas que son resultado de los procesos mentales, tienen una conexión que se lleva a cabo en parte debido a la interactividad que ofrecen los espacios de realidad virtual y realidad mixta con el mundo o realidad físicos, donde se encuentra el individuo que percibe. Esta conexión estaría dando lugar, por ejemplo, a interpretaciones del yo en el espacio virtual, permitiendo a las teorías y aproximaciones a los procesos cognitivos explicar en gran medida una construcción de un *yo virtual* con respecto al *yo real* (Chow y Harrell, 2012, lo ilustran con el caso de los avatares).

La imagen, que se encuentra, desde esta perspectiva, ligada a los procesos cognitivos, posee a su vez, de esta manera, una amplia gama de significados, reforzando el valor

simbólico y semiótico que posee la imagen. Expuesto de manera literal, el concepto *imagen* se refiere a las representaciones pictóricas existentes en las formas materiales, que desde su acepción tradicional consistirían en dibujos, pinturas, fotografías o impresiones litográficas. En una segunda ampliación del significado del término, la imagen hace referencia a todo ello que puede ser percibido por el sentido de la vista, como sombras o proyecciones. Por último, Chow y Harrell (2012) hacen referencia a una tercera extensión del significado del término, dando a entender como *imagen* aquello que sirve para ilustrar lo que ocurre en la mente humana cuando pensamos o recordamos, de manera que surgen los resultados de las experiencias fruto de nuestra interacción con el entorno.

De este modo, la comprensión del funcionamiento de los procesos cognitivos de la imagen, las representaciones, y las implicaciones que la propia imagen tiene en la esfera socio-material, convergen para construir un marco aproximativo a las implicaciones que se encuentran asociadas al continuo de la virtualidad. La imagen se configura, de esta manera, como un elemento clave de la construcción de los elementos que componen la percepción cognitiva, configurándose como una pieza esencial dentro del contexto de la concepción arquitectónica que conforma la estructura de las diferentes realidades que componen el continuo de la virtualidad. A partir de este punto, relativo a la consideración perspectiva de la imagen, pueden ser observadas dos aproximaciones (Chow y Harrell, 2012):

**a) Espacialidad de la imagen:** La imagen, considerada como una metáfora, nos permite tanto comunicar conceptos abstractos, mediante la proyección de similitudes y semejanzas, como estructurar las nuestras vías de pensamiento, a través de la consolidación de los conceptos que se asocian a las propias imágenes.

**b) Integración de imágenes dentro de los conceptos:** Tanto los espacios mentales como las metáforas tienen como resultado una mezcla o  *mashup*  de conceptos. Tal operación, que tiene como resultado un proceso de integración, da lugar a la construcción de un marco parcial entre múltiples espacios conceptuales de entrada, y proyecciones fruto de un proceso selectivo, lo que da lugar a su vez a espacios conceptuales nuevos. Ello tiene como resultado una red emergente de integración y convergencia de tales conceptos, la cual se encuentra, de un modo generalizado, y en primera instancia, en la vida cotidiana. Dicho proceso de integración encontrarse también en ámbitos relacionados con la creatividad, el razonamiento lógico, la retórica, la usabilidad, la experiencia de usuario o el diseño de interfaces.

La existencia de la imagen no se limita, según estos principios, simplemente a su perspectiva material y mental, sino que emerge como un constructo imaginativo de un proceso *reflectivo* entre una manifestación material y una operación mental. Ello

presupone que la imagen se comporta como un punto de anclaje para las combinaciones de carácter sensorial y aquellas que son conceptualmente elaboradas, ya que de una manera implican una personificación de nuestras sensaciones a través de la animación recibida a través de la percepción y el conocimiento. En relación a la imagen, vista desde una perspectiva que la considera una desestabilizadora de la mente y la materia, Chow y Harrell (2012) proponen un nuevo enfoque de teoría cognitiva, que se encuentra en relación con las teorías de esquemas mentales y la combinación de conceptos, enmarcada a su vez dentro de la ciencia cognitiva.

En lo relativo a lo expuesto en el presente apartado, las implicaciones socio-materiales y la tensión existente entre la creatividad, las limitaciones tecnológicas, y las competencias de los profesionales y los investigadores que desarrollan proyectos relacionados con las áreas de tecnologías virtuales, se conforman como partes fundamentales de la concepción y los procesos de implantación y usos de tecnologías relacionados con el continuo de la virtualidad en entornos de creación tecnológico-artística, aprendizaje e investigación.

#### 6.8.2.b. Tensión entre limitaciones tecnológicas y creatividad. Espacios de posibles y perspectivas socio-materiales.

A partir de las implicaciones que supone la ligación del propio fenómeno de la imagen a los procesos cognitivos, a la combinación de rasgos particulares implícitos, dentro del desarrollo de la tecnología de la comunicación y que se encuentra ligada al *Virtuality Continuum*, se exponen en el presente apartado, las implicaciones socio-materiales que se encuentran en una relación y concordancia con el rol que cumplen los fenómenos asociados a las tecnologías digitales cuando se plantea una reconfiguración de las industrias creativas y tecnológicas<sup>109</sup>. Dichos rasgos distintivos, que comprenden rasgos que se encuadran entre lo estético y lo afectivo, (Panourgias et al., 2013) ponen de manifiesto la relevancia del rol que poseen las ideas creativas de los perfiles llamados a idear, concebir, desarrollar y diseñar productos destinados a los espacios virtuales y a los procesos de interacción persona-computador, y al mismo tiempo a la relación que supone la emergencia del desarrollo de nuevas prácticas. También se presenta como un factor relevante a tener en consideración las limitaciones que tienen las tecnologías, en el contexto actual, a la hora de canalizar la creatividad, los imaginarios y las ideas de los desarrolladores, lo que pone de manifiesto la relación de la realidad, de los medios, y de la creatividad, con el concepto de imagen como constructo mental, que se expone en el apartado anterior). Lo que se ilustra dentro de este contexto es la tensión que se

---

<sup>109</sup> Panourgias et al. (2013) señalan el creciente interés suscitado por las industrias creativas en el contexto actual, particularmente en relación con las tecnologías digitales.

produce a partir de la limitación de la materialización de las ideas, a partir de unos medios tecnológicos determinados, que lógicamente son limitados: por una parte, debido al statu quo tecnológico en un momento determinado, y por otra a la propia limitación de la implantación de los medios tecnológicos, aunque esa tecnología haya sido desarrollada.

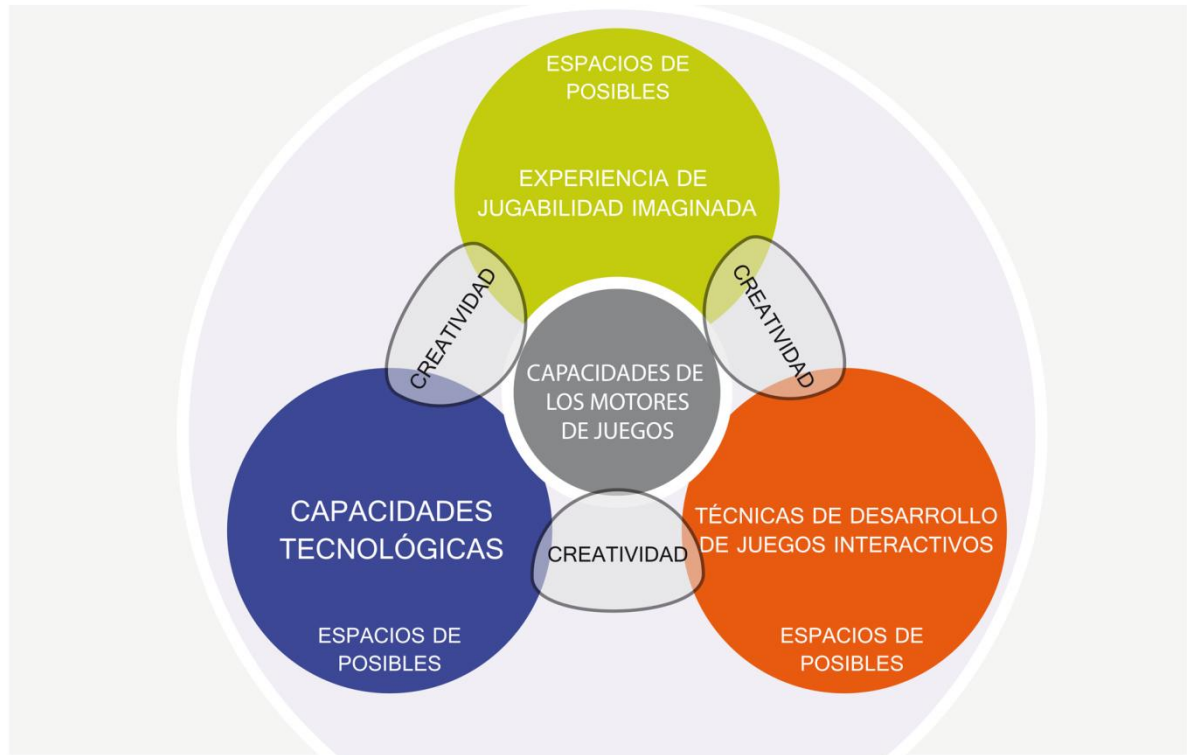


Figura 33. Gráfico representado lo que Panourgias et al. (2013) ilustran como *creatividad distribuida*: Conceptualización de una perspectiva *socio-material* en el desarrollo de juegos electrónicos (y aplicable, en términos generales, a las herramientas digitales interactivas que se encuentran en relación con la educación).

En el gráfico se aprecia lo que según Bourdieu (en Panourgias et al., 2013) denomina *espacios de posibles*, ilustrando la tensión existente entre la creatividad y el desarrollo de ideas para proyectos y las limitaciones técnicas y tecnológicas.

Elaboración propia a partir de Panourgias et al. (2013).

Por ello, la perspectiva *socio-material* expuesta, nos permite visualizar los medios humanos y materiales como medios implicados de una manera constitutiva, contribuyendo de este modo a la comprensión de la tensión perceptible entre la creatividad y las posibilidades y limitaciones de los medios tecnológicos digitales existentes, a través de una perspectiva que se presenta innovadora. De esta manera, la perspectiva socio-material que plantean Panourgias et. al. (2013), es capaz de proveer una nueva forma de entendimiento de la relación que existe entre los medios humanos y la materialidad, lo que evita dualismos artificiales. A través de una visualización de los procesos y de la teoría a partir de esta perspectiva, se busca un distanciamiento de la



idea de las interacciones entre diferentes entidades (creatividad, tecnología, medios, ideas), que se presuponen con fronteras y propiedades inherentes, de manera que se produce fenómeno en el que se desdibuja la línea divisoria entre productos tecnológicos, que se centran en la funcionalidad operacional, y los productos culturales, cuya producción y consumo se encuentran sujetos a respuestas socialmente complejas y subjetivas (Panourgias et. al. 2013). Es por ello que la creatividad, vista desde la perspectiva de las industrias creativas (y no en este caso concreto desde el punto de vista heurístico, como ya es abordada en otros apartados), se sustenta en el desarrollo de los nuevos diseños dominantes, donde se vincula la innovación en el comportamiento, a través de un modelo organizativo de búsqueda, investigación y adaptación, a la emergencia de nuevos estados de la cuestión de la implantación de tecnologías en áreas y espacios donde se producen los procesos creativos, de aprendizaje, de investigación y conocimiento.

### 6.8.2.c. Digitalización ubicua y desdibujamiento de las líneas divisorias entre tecnologías y aspectos sociales y cognitivos. Aspectos de la percepción y autopercepción del usuario dentro del sistema y los espacios virtuales.

La interacción existente entre digitalización ubicua y la convergencia que se da entre las diferentes formas de representación (partiendo de la imagen como forma de representación mental) está teniendo, según Panourgias et. al. (2013), un desdibujamiento de tales líneas divisorias entre productos, denominados de *carácter tecnológico* (que se centran sobre todo en la funcionalidad operacional) y productos denominados de *carácter cultural*, cuya producción y consumo se encuentran sujetos a respuestas subjetivas, y que conllevan una complejidad social intrínseca.

Dentro del proceso de desdibujamiento de estas fronteras, se percibe una transformación de lo que Bourdieu (en Panourgias et. al. 2013) denomina la *producción cultural*. La producción cultural consta, según esta definición, de una relación de intereses afectivos, estéticos y simbólicos dentro del propio desarrollo de productos culturales y a través de las tecnologías implicadas en su producción, que debido a la complejidad de las interacciones se vuelve más significativa y problemática. Es por ello que las implicaciones socio-materiales de los medios humanos, materiales y tecnológicos realizan una aportación significativa al entendimiento de las interacciones entre distintos medios, que complementan las aproximaciones relativas a la perspectiva de las industrias creativas, como un marco en el que convergen diferentes medios de colaboración dentro de los espacios que ofrece dicha industria (Pagés, San Cornelio y Roig, 2009), y también a aquellas que describen un marco de convergencia entre la ciencia y el arte en el Marco de la *Teoría de la Complejidad* (Sturbin, 2013).

Por otra parte, las interacciones que son producidas entre los distintos ámbitos relacionados con la tecnología, ejercen una influencia en la capacidad para construir representaciones dentro de los espacios que se encuentran relacionados con el continuo de la virtualidad. Según Harrell y Harrell (2012) dicha capacidad de representación implícita en las tecnologías de realidad virtual, mayoritariamente, puede suponer un impacto en la propia autopercepción de las personas en relación al mundo real o espacio físico con el que interactúan, de manera que se produce, al mismo tiempo, una implicación personal que confluye en el interior de los espacios relacionados con el espectro que abarca el continuo de virtualidad. Tales representaciones digitales se constituyen, bajo esta perspectiva, como periféricas a nuestras experiencias identitarias en el propio mundo real.

No obstante, las experiencias mediatizadas a través de las tecnologías digitales en los mundos virtuales se constituyen como experiencias reales. Esa mediatización ejerce, por ejemplo, una influencia en la capacidad de persona, que interactúa con el espacio virtual, pueda visualizarse a través de diferentes roles (como el ejemplo de los avatares que se menciona apartados anteriores, en Chow y Harrell, 2012), que pueden encontrarse a cualquier equidistancia de las experiencias individuales a través de las cuales el individuo construye su propia identidad. Estas experiencias del individuo, en relación a los espacios virtuales y la construcción y retroalimentación del yo, se hacen particularmente notorias en el área de las ciencias educativas (Harrell y Harrell, 2012), y en espacios de creación y experimentación, que pueden ser considerados labs, y en general en cualquier espacio susceptible de ser objeto de una convergencia de disciplinas STEAM para el aprendizaje o la investigación, para la convergencia de fenómenos artístico-creativo, tecnológico y científico, o para la reflexión en torno a los modelos de desarrollo que son promovidos con la mediación de las industrias creativas.

Lakoff (en Harrell y Harrell, 2012, p. 79) realiza una descripción de estos fenómenos basados en la metáfora y la metonimia, lo que pone en relieve el uso de figuras retóricas en contextos en los que se hace precisa la representación de conceptos en espacios de mecánica virtual. A través de las extensiones de la imaginación, se conforman figuras retóricas que dan lugar a la categorización de la identidad social (dentro de estos espacios de realidad virtual y realidad mixta, extensibles al espacio físico). Esto modos de representación se enumeran de manera breve:

**Representantes (prototipos):** Los representantes o prototipos son considerados miembros de categorías concretas.

**Estereotipos:** Entran dentro de la escala de la normalidad, encontrándose, sin embargo, dentro de las expectativas categóricas.

**Ideales:** Categorías evaluadas culturalmente dentro de un contexto determinado, que no se corresponde a un promedio sino a un deseo.

**Parangones:** Es una categoría cuyo referente es un miembro individual, que representa el ideal, el promedio o el opuesto de dicha categoría.

**Ejemplo destacados:** Casos particulares que son utilizados para la comprensión o la creación de una categoría.



Figura 34. Ejemplo de experiencia con avatares en espacios de realidad virtual 3D. Secuencia de un proyecto de vídeo experimental con entornos virtuales 3D y avatares, donde confluyen el diseño, la interacción, la narrativa y la construcción identitaria. Fuente: *Sonic Textures in my Mind*. Autor: Jose Luis Rubio-Tamayo. 2008.

La construcción de las representaciones del yo en el espacio virtual se llevan a cabo lejos de las categorías que se encuentran socialmente estigmatizadas, a menos que exista una revisión irónica de esa categoría, o dicho de otro modo, a menos que la relación con el espacio virtual se constituya como un juego que pretenda crear, consciente o inconscientemente, una visión subversiva respecto a la imagen o autopercepción del yo (en la medida en la que el constructo virtual pueda moverse dentro de los límites del juego). De este modo, la construcción del yo en el espacio virtual, a través de un avatar en gran parte de los casos, tiende a una *idealización* (cómo le gustaría ser a la persona), a una *normalización* (cómo se ve reflejada la persona), o a una *ironía* (qué rol, representado a la manera inversa a su vida cotidiana, desea experimentar el individuo) e incluso una *subversión* (desde el punto de vista, por ejemplo, de una reinterpretación del espacio virtual en el que el usuario experimenta, a través de la subversión de una o varias normas del espacio virtual<sup>110</sup>).

En referencia al constructo del yo dentro del contexto del espacio virtual, Harrell y Harrell (2012, p. 82) enumeran tres dimensiones significativas:

<sup>110</sup> Un ejemplo paradigmático es el juego *Grand Theft Auto*, que permite no realizar las misiones y experimentar con otro tipo de acciones que son posibles dentro de la dinámica del juego pero que sin embargo no entran dentro de la línea argumental por la que discurre la trama narrativa. Y sin embargo, una violación de esa narrativa es perfectamente viable, ya que en cierta medida entra dentro de la mecánica física del espacio virtual.

1.- **Apariencia gráfica cotidiana** vs. **Apariencia gráfica extraordinaria**: La apariencia del *yo virtual* (*avatar*) comprende una franja espectral, que va desde la imagen cotidiana (cercana a los *estereotipos*, o, por el contrario, al *yo real* del individuo físico) hasta una imagen gráfica extraordinaria (más cercana a la definición de *ideal*). Esta dimensión, según los autores, se encuadra dentro del contexto sensitivo, desde el punto de vista de que la percepción varía según diferentes personas.

2.- El estatus ontológico del **Espejo (Mirror) (1a persona)** vs. **Personaje (3a persona)**: En esta dimensión se puede apreciar una oscilación entre representaciones virtuales del *yo real* y la construcción de un *carácter externo*. A su vez, en el caso concreto del personaje, se pueden observar oscilaciones entre el *ideal* y la caricatura irónica, a la que se refiere en la división anterior, incluyéndose, además dentro de la categoría de los *esterotipos*. Tales oscilaciones operan en el espacio virtual, y se materializan directamente en el avatar a través de un juego perceptivo, consciente o inconsciente, de la propia consideración del *yo real* por parte del usuario.

3.- Uso **Instrumental** vs. Uso **Relativo a Juegos**: El uso de los *avatares* oscila entre un *desarrollo instrumental*, que conforma los medios tecnológicos, que permiten acceder a los espacios virtuales, como herramientas que permiten realizar tareas con una finalidad concreta, dentro de tal entorno virtual, hasta un desarrollo de la dinámica de los componentes meramente lúdicos, donde los usuarios se implican como *personae*<sup>111</sup> en un juegos (games) de identidades imaginarias virtuales.

---

<sup>111</sup> Se define *persona*, dentro del área del UX y el HCI, como un carácter ficticio para representar a un conjunto demográfico o social determinado, con el fin de anticipar comportamientos respecto al uso de un producto o de una tecnología.



Figura 35. Las tres dimensiones relacionadas con la percepción del usuario y el uso de la identidad virtual.

Elaboración Propia. Fuente: Harrell y Harrell (2012, p. 82).

Esta categorización sirve a la comprensión de la medida del impacto que tienen las identidades virtuales en el desarrollo de identidades en el mundo real, especialmente en las áreas relacionadas con las ciencias de la educación, con la conformación de roles tecnológicos y creativos dentro de esa área<sup>112</sup>, ejerciendo en última instancia una influencia notable en las industrias creativas o en las extrapolaciones de proyectos de marcado carácter tecnológico y educativo que implican un enfoque multidisciplinar STEAM. Dicha categorización permite, a su vez, expandir la comprensión de la proyección identitaria y el impacto que ejercen las identidades virtuales en el mundo real, proyectándose tal influencia dentro de espacios tan heterogéneos como las ciencias cognitivas, la creatividad, el desarrollo e implantación de dispositivos tecnológicos para diferentes fines, o las restantes interacciones de realidades dentro del continuo de la virtualidad, incorporando las influencias en la realidad mixta y por ende, de manera intrínseca, en la realidad aumentada.

La cuestión de la identidad del *yo virtual*, en muchos casos representados por un avatar, tiene relevancia en lo relativo al hecho de que tal representación tiene una influencia en el comportamiento del individuo, en las formas en que interactúa con la computadora o con los dispositivos tecnológicos que se conforman como puertas al espacio virtual, o en la interacción final con otros individuos, dentro y fuera del espacio digital mismo. La literatura científica de los últimos años incorpora fenómenos que describen la influencia

<sup>112</sup> Harrell y Harrell (2012) citan en el artículo lo que se entiende como identidades STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics). No obstante, en otra publicación anterior hacen referencia al *STEAM learning* (Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics), incluyendo el arte dentro de los procesos de aprendizaje y la convergencia interdisciplinar (Harrell y Harrell, 2011).

del avatar en el comportamiento (Buisine y Martin, 2007), a través de la medición de parámetros asociados al conjunto de la apariencia, como la voz, el género, las expresiones faciales, o la concordancia entre los gestos y las palabras en un acto de comunicación, realizando estudios comparativos de los efectos de estrategias optimizadas en el comportamiento en relación a las identidades en el espacio virtual, lo que incluye análisis de fenómenos de redundancia entre la expresión y el contenido del mensaje. La influencia de la representación del individuo, dentro de los espacios virtuales da lugar, dentro de la literatura científica, a la descripción de fenómenos como el denominado *efecto proteo*, que describe la adaptación del comportamiento del individuo a su *yo virtual*, de manera que tal comportamiento se ve notoriamente influenciado por la apariencia externa del *yo virtual*, personificado por un avatar (Yee y Bailenson, 2007 Yee, Bailenson y Ducheneaut, 2009).

Desde este marco teórico, se pretende avanzar en el propio entendimiento de los procedimientos y planteamientos del diseño y el desarrollo de entornos digitales (incluyendo *ad consequentiam* los entornos virtuales), con el fin de producir una mejora en la efectividad de tales entornos a la hora de generar acciones, interacciones e identidades, que se encuentren dentro del espacio digital o que se lleven a cabo con el mismo a través de planteamientos y procesos de HCI, de manera que la viabilidad de implantación de referidas acciones, interacciones e identidades sea planteada, concebida y diseñada de una manera efectiva en entornos de aprendizaje y creación colaborativa, para ejercer en última instancia un impacto en las industrias creativas y la investigación.

### 6.8.3. Continuo de la virtualidad, experiencias, ciencias educativas y *modelo de aceptación de la tecnología (TAM)*.

La observación y aproximación teórica a la convergencia de las diferentes áreas y disciplinas, abordadas desde una dimensión y un foco cognitivos, tecnológicos, constructivos o comportamentales, sirve de aporte a la base fundamental que conforma marco teórico, de modo que, a través de la visualización y observación de experiencias concretas, reflejadas en la literatura científica, se pretende abordar los diferentes aspectos que muestran la viabilidad de implantación de experiencias, métodos, y procesos, que tengan un impacto en la incorporación y optimización de los sistemas y procedimientos que se reflejan en la educación y el aprendizaje.

En relación a la convergencia e integración de distintas áreas del conocimiento, dentro de los usos a aplicaciones del espacio virtual en particular, la literatura científica manifiesta un interés en abordar, de forma teórica y explorar de forma tangible, al mismo tiempo, los factores que influyen en el uso de la tecnología, siendo determinantes, en muchos casos, para la implantación de un modelo o una metodología

dentro de los procesos de práctica en entornos de enseñanza/aprendizaje o espacios de trabajo colaborativo. Factores influyentes pueden ser, por citar ejemplos manifiestos, el entorno o la motivación.

Varios estudios (Guillén-Nieto y Aleson Carbonell 2012, Chang y Liu, 2013, Pérez-López y Contero, 2013) señalan la motivación (haciendo referencia al estudiante, en los procesos llevados a cabo en entornos de enseñanza/aprendizaje) como un factor importante a tener en cuenta, a la hora de implantar tecnologías digitales en entornos de aprendizaje situado<sup>113</sup>. Tales estudios señalan un incremento de la motivación en los participantes, cuando son implantadas tecnologías digitales que se encuentran de manera implícita dentro del *continuo de la virtualidad*, debido a la capacidad de interacción que ofrecen. El incremento del rendimiento en los aspectos motivacionales es observado en experiencias de implantación de tecnologías que se encuentran a lo largo del continuo de la virtualidad, más concretamente en aquellas relacionadas con la *realidad aumentada (AR)*<sup>114</sup>, la *realidad virtual (VR)*<sup>115</sup>, y los *serious games*<sup>116</sup>.

Uno de los componentes principales que posibilitan la visualización y la comprensión de las interacciones y los modos de implantar tecnologías digitales (en este caso particular, como se menciona con anterioridad, la realidad virtual, la realidad aumentada y los serious games) en espacios situado (ya sean entornos de aprendizaje situado, labs, o espacios de creación colaborativa) es el *Modelo de Aceptación de la Tecnología (Technology Acceptance Model o TAM)*, implantado por Davies (1986, en Chang y Liu, 2013). El TAM se define como una teoría de sistemas de información que permite visualizar los modos y procesos en los que el usuario es receptivo al uso de una tecnología implantada en un área del conocimiento o un espacio concreto. En el TAM se distinguen de modo manifiesto dos factores primordiales que determinan los grados de aceptación de la tecnología por parte del usuario, destacando principalmente dos de ellos: la *percepción de la facilidad de uso* de dicha tecnología (una tecnología percibida por el usuario como difícil de usar tiene, a priori, más probabilidad de ser descartada por ese usuario) y la *percepción de utilidad* de dicha tecnología para un objetivo concreto (una tecnología percibida de aparente poca utilidad por parte del

---

<sup>113</sup> Varios estudios (Papastergiou, 2009, Chang y Liu, 2013) muestran que los estudiantes que se encontraban en un entorno de aprendizaje situado mostraban habilidades sofisticadas para la resolución de problemas.

<sup>114</sup> Chang y Liu (2013, p. 22) señalan que la motivación y el entusiasmo en los estudiantes puede ser generados a través de la integración de tecnología de realidad aumentada (AR) en el aprendizaje, de manera que se produce una mejora notable de la misma.

<sup>115</sup> Haydar et al. (2011, en Chang y Liu, 2013) señalan que la tecnología de realidad virtual puede aportarnos la posibilidad de inmersión dentro de las interacciones multimodales con el fin de mejorar la presencia del usuario en la cultura digitalizada.

<sup>116</sup> Papastergiou (2009), citando a Facer y Prensky (2003, en Papastergiou, 2009) afirma que los serious games dan forma a las habilidades cognitivas de los estudiantes y aumentan las expectativas sobre el aprendizaje, argumentando mayores resultados obtenidos mediante el aprendizaje con serious games frente al aprendizaje con medios tradicionales.

usuario encuentra igualmente una alta probabilidad de ser descartada). El estudio de implantación de una tecnología determinada (ya sea un dispositivo, un software o un entorno virtual), o un procedimiento que lleva asociado una tecnología, precisa de tener en cuenta estos dos factores indicados, con el fin de desarrollar procedimientos que permitan la optimización del uso, teniendo en cuenta, al mismo tiempo (aunque no forma parte implícita del TAM) otros costes de implantación.

La implicación de este modelo (TAM) es, de esta manera, de una importancia singular para entender los procesos de utilización de la tecnología y optimizar la implantación de tecnologías y procedimientos que faciliten su aprendizaje, uso y procesos de mejora, generando de esta manera un impacto positivo en los entornos situados o ubicuos en los cuales se desarrollan los procesos creativos y/o de enseñanza/aprendizaje, y proyectos de naturaleza colaborativa.

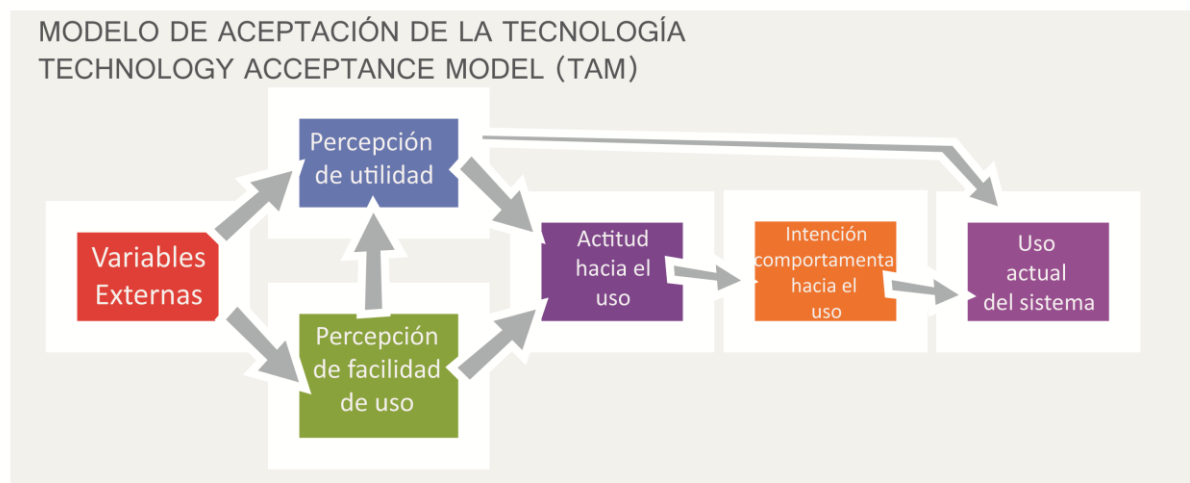


Figura 36. Modelo de aceptación de la tecnología. *Technology Acceptance Model (TAM)*. Davis (1989, en Chang y Liu, 2013, p. 21). Elaboración propia a partir de fuentes externas.

#### 6.8.4. Entornos interactivos virtuales, serious games y DGBL (*digital game-based learning*)

El *Digital Game-Based Learning (DGBL)* se describe, según Prensky (2001), como la implantación de juegos digitales interactivos, que tienen como finalidad ejercer un impacto positivo en los entornos de aprendizaje y en los *currícula* de los participantes en los procesos, a través de la motivación que genera una combinación de unos factores asociados a los serious games. Entre ellos se encuentran: la interactividad, la fijación de objetivos, el atractivo de los gráficos o la inmersión. Varios estudios recientes (Papastergiou, 2009, Guillén-Nieto y Aleson Carbonell 2012) sostienen que una



aproximación basada en el DGBL es más efectiva en el entorno escolar, más específicamente, en actividades relacionadas con la memoria, que una aproximación basada en el aprendizaje tradicional (en el cual no se encuentra presente la interacción con tales tecnologías). Los estudios muestran igualmente que la interactividad, la fijación de objetivos y la inmersión ejercen una influencia positiva en el nivel de motivación de los estudiantes. Este hecho tiene como consecuencia, según siguen reflejando de manera significativa tales investigaciones, mayores niveles de compromiso e interés por la temática ofrecida, en el entorno de aprendizaje por parte de los estudiantes. Los estudios mencionados proponen, a la vista de los resultados obtenidos en el impacto del aprendizaje, implantar juegos interactivos digitales en entornos de aprendizaje situado (en este caso concreto, la escuela). La naturaleza de los juegos interactivos digitales debe marcar una tendencia a reflejar un carácter educativo, alineado con el currículo escolar, y encontrarse libre de prejuicios de género (es decir, que no exista ningún tipo de definición dentro del juego que permita visualizar una entre sexos). Otro factor relevante, desde el punto de vista socio-económico, es que los estudios citados resaltan que tales juegos interactivos digitales o serious games precisan de resultar competitivos con el mercado de los juegos comerciales, con los que los estudiantes juegan fuera del contexto escolar.

La emergencia de nuevos paradigmas y patrones dentro de las ciencias de la educación implica la reconfiguración de los métodos que se imparten en los centros y espacios educativos de todos los niveles y todas las áreas, y está a su vez suscitando un interés por parte de los actores principales en ésta área. Así, los serious games, que integran una experiencia simulada, como uno más de los factores visibles del cambio de paradigma en las prácticas educativas, han atraído la atención de profesionales del área de la enseñanza *a la vez que se constituyen claramente en una necesidad para la investigación de referencia en la manera en que juegos y simulaciones son usados en el contexto actual en los hogares, y para el aprendizaje* (de Freitas y Oliver, 2006, p. 250, Guillén-Nieto y Aleson Carbonell 2012).

Guillén-Nieto y Aleson Carbonell (2012, p. 436) señalan los tres cambios significativos que ha traído este cambio de paradigma<sup>117</sup>:

- a) El desplazamiento desde una aproximación **centrada en el profesor** a una aproximación **centrada en el estudiante**.
- b) El desplazamiento de un modelo e instrucción **basado en la escucha pasiva** a un modelo basado en las **acciones y las interacciones**.
- c) El desplazamiento desde un concepto de aprendizaje *basado en la memoria de contenidos* a un proceso de aprendizaje que se *basado en los modos y métodos de búsqueda y uso de la información*<sup>118</sup> necesaria para ese aprendizaje.

<sup>117</sup> Remarcando la evidencia empírica de la efectividad en el aprendizaje a través de los serious games.

<sup>118</sup> Ayudando a fomentar el aprendizaje crítico y aprendiendo a contrastar la información.

Mayo (2007, 32-34, en Guillén-Nieto y Alleson Carbonell, 2012) señala además algunas de las ventajas que aporta la implantación de serious games interactivos en los contextos profesionales y del aprendizaje, lo que viene a reforzar el presente proceso de cambio de paradigma, no solamente en las áreas del aprendizaje mencionadas, sino en contextos de interactividad profesional y en entornos relacionados con el I+D+i, así como en entornos de creación colaborativa e interdisciplinar. Algunos de estos cambios son: a) *Alcance masivo*, b) *Aprendizaje experiencial*, c) *Aprendizaje basado en la investigación y la indagación*, d) *Auto-eficacia y auto-valoración*, e) *Establecimiento de metas y objetivos concretos*, f) *Cooperación entre las personas*, g) *Feedback continuo durante el proceso de inmersión en el serious game*, h) *Mejora de los procesos químicos del cerebro*, i) *Adjudicación de un tiempo determinado para el desempeño de la tarea*. De esta manera se percibe una extrapolación de estas prácticas de uso de juegos digitales interactivos y serious games a otras prácticas que pueden tener impacto en las industrias creativas, la investigación, la creación de contenidos en labs o educación universitaria.

#### 6.8.6. Aplicaciones de realidad aumentada (AR) en entornos de aprendizaje situado.

Dentro de los elementos que conforman el continuo de la virtualidad, y cuya implantación en entornos de aprendizaje situado ha tenido un impacto favorable en lo relativo a la mejora de la motivación a través de la interacción, es la realidad aumentada. Si bien en el presente trabajo de investigación se presentan experiencias concretas de manera general en numerosas áreas, del uso y proyección de la realidad aumentada, en esta aproximación se describe la convergencia entre la propia realidad aumentada y su aplicación en los procesos de enseñanza/aprendizaje a través de experiencias concretas observadas en la literatura. La experiencia en tiempo real que ofrecen las tecnologías de AR es empleada en diversos contextos, la adquisición de conocimientos relacionados con el patrimonio histórico (Chang y Liu, 2013) o dentro del perfeccionamiento de las competencias científicas por parte de los alumnos en disciplinas más cercanas al STEM (Pérez-López y Contero, 2013), pudiéndose observar importantes impactos positivos en los procesos de aprendizaje y en otros factores transversales, como son la motivación o la creatividad. Así, Resnick et al. (1998, en Pérez-López y Contero, 2013) exponen un incremento de la retención de contenidos destinados al aprendizaje, usando una interfaz multimedia que posee realidad aumentada, de manera que proponen un modelo de aprendizaje que incorpore las interfaces manipulables en tiempo real y que permita la interacción de la tecnología con los objetos físicos. Esta perspectiva es respaldada por Chang y Liu (2013), argumentando que el aprendizaje basado en la realidad aumentada se muestra más efectivo que las aproximaciones estándar, en lo que respecta a factores como la

motivación dentro de los procesos de aprendizaje y la retención del conocimiento<sup>119</sup>. En su estudio, que explora la efectividad del aprendizajes cuando se combina tecnología de AR y la teoría del aprendizaje situado (Lave y Wenger, 1990, en Chang y Liu, 2013), se propone implementar modelos que incorporen las características de la realidad aumentada y el aprendizaje situado en un entorno real<sup>120</sup>, con el fin de producir un incremento en la motivación y la efectividad en los contextos de aprendizaje.

A día de hoy, mismo si existen experiencias prometedoras en esta área<sup>121</sup>, la AR se constituye todavía como una tecnología emergente en lo relativo a su implantación generalizada en entornos de aprendizaje, y cuyo potencial se está comenzando a explorar, incluso cuando la literatura reciente muestra experiencia concretas que describen la viabilidad y el potencial de la AR para la educación (Luckin y Fraser, 2011, Lai and Hsu, 2011, en Pérez-López y Contero, 2013), pudiéndose extrapolar a diferentes áreas del conocimiento y la creación colectiva, que incorporan un marco de convergencia de las disciplinas STEAM.

La usabilidad de los sistemas que permiten usar tecnologías de AR se encuentran, en este caso, estrechamente relacionadas con el TAM. De este modo la usabilidad se constituye como un factor clave para proveer una experiencia de aprendizaje exitosa, por lo que se plantea la necesidad de desarrollar un protocolo de validación de los estudios relacionados con el impacto de la implementación de AR (Pérez-López y Contero, 2013) que tenga en consideración:

- 1) El impacto de la herramienta y su efectividad en el proceso de adquisición de conocimientos.
- 2) Un estudio del interés y la motivación generados por la propia herramienta

En el contexto actual de aprendizaje situado, se puede observar, de manera indirecta un factor que sin embargo es importante a la hora de comprender la implantación de las diferentes realidades del continuo de la virtualidad. La implantación de la realidad aumentada, a diferencia de la realidad virtual o los serious games, se encuentra en una relación estrecha con el aprendizaje situado<sup>122</sup>. Esto es debido, simplemente, a la

---

<sup>119</sup> Se constata, además, a través de la AR, una estimulación de las diferentes modalidades sensoriales: tacto, vista y escucha. Ello tiene como resultado una implicación mayor de los estudiantes, de manera activa, en el proceso de aprendizaje (Chang y Liu, 2013).

<sup>120</sup> Como se menciona anteriormente, la experiencia se basa en la implantación de AR en un contexto de aprendizaje situado para el estudio del patrimonio histórico-artístico, en Taiwan.

<sup>121</sup> Pérez-López y Contero citan los proyectos (2013) CONNECT (CONNECT, 2011), CREATE (CREATE, 2011) y ARISE (ARiSE, 2011)

<sup>122</sup> El aprendizaje situado (Situating Learning), es un estilo de aprendizaje desarrollado a través de la práctica y la interacción en grupo, llevándose a cabo en un contexto concreto sin el cual el aprendizaje no se puede llevar a cabo (Un ejemplo de ello serían los workshops). Consiste en

propia naturaleza de la AR, que formando parte de la realidad mixta, precisa del entorno físico en que se encuentra el usuario<sup>123</sup> (a diferencia de la realidad virtual, que en muchos casos posee una naturaleza ubicua, siempre que se disponga de un dispositivo que permita el acceso) y además de un dispositivo de acceso a los contenidos interactivos, que se activan durante el proceso de interacción en intervención con el espacio físico. Se hace por tanto preciso incorporar al marco teórico y a la implantación de experiencias de creación y aprendizaje, que impliquen el uso de realidad aumentada, aproximaciones que tengan en cuenta una organización del entorno de aprendizaje para diseñar modelos de interactividad, basados en la usabilidad, el HCI y la experiencia de usuario (UX), y que tenga en cuenta los aspectos cognitivos y socio-materiales, así como las teorías y las implicaciones prácticas que forman parte de las ciencias de la educación, incorporando a su vez, dentro del marco de convergencia, los *modelos de aceptación de la tecnología (TAM)*.

---

una metodología de enseñanza-aprendizaje que tiene lugar en su contexto físico, y que se encuentra estrechamente ligado con el mismo. Los procesos de aprendizaje que se desarrollan bajo los parámetros de esta modalidad de aprendizaje no se pueden entender sin el contexto físico en el que se desarrollan, encontrándose además bajo el prisma de un enfoque socio-constructivista.

<sup>123</sup> Esta afirmación postula que la base de la realidad aumentada es el propio espacio físico con el que interactúa el usuario, tal como sostiene buena parte de la literatura científica que describe un marco teórico o bien experiencias específicas con AR (Caudell y Mizell, 1992, Milgram, Takemura, Ushumi y Kishino, 1994, Azuma, 1997). No obstante, si bien ese contexto se da en la mayoría de los casos en el presente, la realidad aumentada también puede tener como sostén en el espacio físico un objeto o incluso contenido multimedia que se encuentre en entornos virtuales (Choi y Ma, 2007, Hsu y Shiau, 2013), lo que permite replantear el foco del contexto teórico en la cual se encuentra el espacio de interacción de la AR, pasando de un contexto situado, ligado al espacio físico a una ampliación de las posibilidades de objetos/entornos con los que interactúa.

## 6. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DE LA CUESTIÓN

## 6.9. Robótica, Mecatrónica, STEM, Labs y Constructivismo

## 6. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DE LA CUESTIÓN

### 6.9.1. Robótica social, robots autónomos, educación y constructivismo

Los orígenes de los robots autónomos y la robótica social se remontan a finales de la década de los años 40, con el desarrollo del primer robot autónomo en el Burden Neurophysiological Institute en Bristol, de la mano del neurofisiólogo y experto en robótica William Grey Walter<sup>124</sup>. Lo que Walter (1950, 1963) desarrolla, en realidad, son dos dispositivos autónomos con ruedas, denominados *Machina Speculatrix*, y que llevaban por nombre *Elmer*<sup>125</sup> y *Elsie*<sup>126</sup>, que eran capaces de responder a los estímulos luminosos. Uno de los objetivos del desarrollo de este proyecto pionero en robótica social era llevar a cabo una simulación de los procesos cerebrales, intentando mostrar cómo un número relativamente pequeño de conexiones cerebrales podía desencadenar una serie de comportamientos complejos, inclusive dentro del contexto social. El trabajo pionero de Walter se desarrolla en el mismo contexto histórico que otros fenómenos asociados al progreso de la computación y la inteligencia artificial, tales como la Máquina de Turing (Turing, 1950) y la Arquitectura de Von Neumann. Por otra parte, los estudios que parten de la idea de conexiones neuronales para el desarrollo de dispositivos robóticos que lleven a cabo acciones complejas, tiene su origen en los proyectos iniciados por Walter en esa década del siglo XX. En este contexto, la influencia que tiene el desarrollo de los primeros prototipos de robots autónomos con una perspectiva social y que parten de la idea de simulación de conexiones neuronales, ha permitido que la robótica evolucione paralelamente a otros fenómenos, como la computación, la ingeniería de control, o la propia neurología, permitiendo en esta últimas dos décadas, a su vez incorporar la robótica a otras áreas donde se producen procesos de interacción, como pueden ser la educación o las artes. Ello ha permitido, al mismo tiempo, un mayor desarrollo en otras áreas de la robótica que parten de interacciones y estudios del comportamiento de sistemas sociales complejos, como puede ser la denominada *robótica de enjambres*.

La incorporación de la robótica como metodología y praxis dentro de los curricula académicos y las ciencias de la educación, se viene incorporando, de una manera paulatina, dentro de los procesos de aprendizaje en un número creciente de áreas relacionadas con la investigación, la creación colectiva, o las ciencias de la educación, y en consonancia con la perspectiva constructivista que se asocia siempre a la incorporación de tales dispositivos y mecánicas de aprendizaje y procesos, teniendo especial relevancia en contextos de aprendizaje situado y basado en la experimentación. El fenómeno de la convergencia entre disciplinas, que se relacionan con la computación, la mecánica, o la electrónica (lo que se incorpora dentro de las disciplinas STEM), dan lugar a lo que se denomina *mecatrónica*, que consiste en una

<sup>124</sup> <http://www.historyofinformation.com/expanded.php?id=854> accedido 2014-11-10

<sup>125</sup> Para *ElectroMEchanicalRobot*

<sup>126</sup> Para *Light-Sensitive*



disciplina de la ingeniería que aúna los procesos que se vienen mencionando, e incorpora, además la ingeniería de control para la creación y desarrollo de dispositivos de hardware, incorporando a su vez la búsqueda de soluciones creativas y heurísticas. De este modo, se plantea en el presente apartado el cómo el uso de la robótica puede contribuir a ampliar, de manera significativa, la gama de actividades que pueden ser desarrolladas en contextos en los que se precise un grado de experimentación creativa con diferentes tecnologías, o simplemente incorporar metodologías basadas en el uso de tecnologías de hardware en contextos educativos, para lo que la robótica supone precisamente una herramienta útil para la convergencia en procesos de aprendizaje (Goh y Aris, 2007, Alimsis, 2012, Val y Pastor, 2012, Bers, Seddighin y Sullivan, 2013). Estos fenómenos de implantación pasan por la promoción de la integración entre diferentes áreas del conocimiento (de un modo interdisciplinar y teniendo en cuenta el fenómeno de las denominadas *comunidades reflexivas*, ya abordado en apartados anteriores), ya sea a través de acciones como la práctica científica, la simulación de mecanismos, o la construcción de prototipos que permitan incorporar mejoras en los dispositivos a través de la metodologías heurísticas y de reflexión sobre los usos o las aplicaciones de tales dispositivos de hardware robóticos.

En este contexto son presentados conceptos teóricos sobre el uso de la robótica en el área de la educación y una demostración de los principales recursos de hardware y software para la creación de plataformas robóticas, a través de la descripción de una experiencia llevada a cabo en contextos universitarios, que tienen como punto de partida la búsqueda de soluciones para la mejora de dispositivo que impliquen a su vez una paulatina reducción de costos, de modo que se persigue su aplicación, de un modo asequible en entornos educativos y en laboratorios de creación, experimentación e investigación en torno a la oportunidad interdisciplinar que ofrece la combinación de la implantación de la robótica con otras disciplinas y con métodos que indagan en la heurística, las soluciones basadas en la creatividad, y las estrategias metodológicas fundamentadas en el constructivismo.

La robótica supone un fenómeno emergente en áreas relacionadas con la educación, más teniendo en cuenta una fenomenología constructivista que se asocia a la creación de dispositivos robóticos en las aulas. De este modo, se argumenta que el uso de la robótica tiene la capacidad de ampliar de manera significativa la gama de actividades que pueden ser desarrolladas, y a su vez promover las integración entre diferentes áreas del conocimiento (Guimarães Jr., Rubio-Tamayo, Henriques, 2014). La construcción de un nuevo mecanismo, o la búsqueda de la solución a un nuevo problema obligan al alumno a poner en cuestionamiento los métodos aplicados por los docentes de las diversas disciplinas, así como a consultar a los especialistas y expertos que se encuentran fuera del ambiente académico. La robótica tiene, en dicho contexto, un gran potencial como herramienta de creación e innovación multidisciplinar, procurando una reconexión de las fronteras que fueron establecidas con anterioridad entre varias disciplinas. También posibilita, a su vez, a los estudiantes, observar in situ

la práctica del método científico, ya que ofrece la ocasión de realizar simulaciones de mecanismos, a través de la construcción y el diseño de prototipos. La implantación de disciplinas STEM en las áreas educativas puede ser abordada, de este modo de una forma amena, a través del uso didáctico de las herramientas computacionales, que han sido concebidas para facilitar el aprendizaje a través de la experimentación y el *learning-by-doing*.

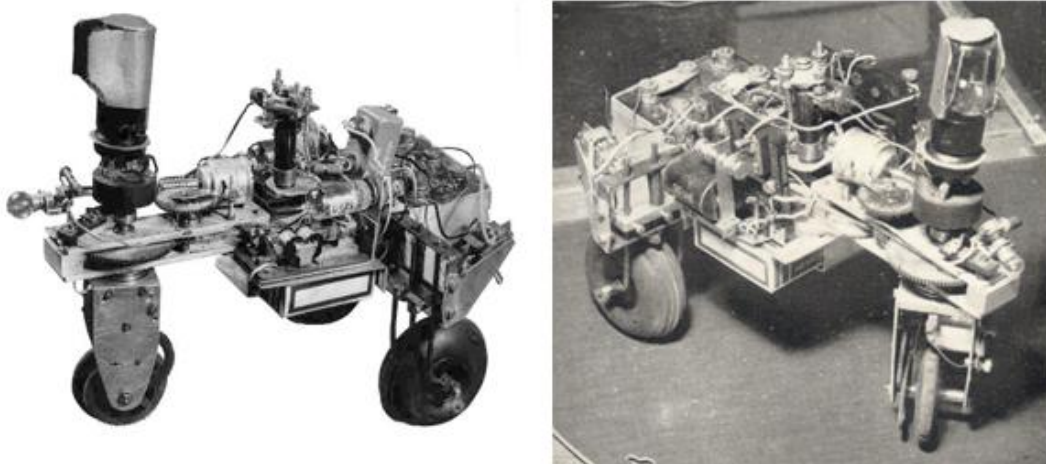
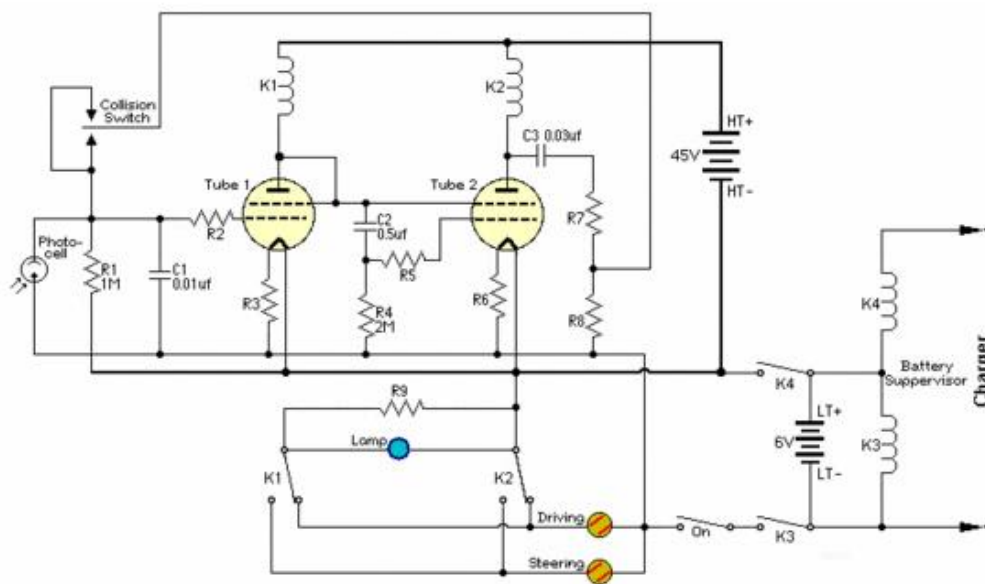


Figura 37. Esquema de anotaciones de *Machina Speculatrix*. Modelo Elsie.

Esquema de anotaciones de *Machina Speculatrix* (arriba), el primer proyecto de robot autónomo, desarrollado en el Burden Neurophysiological Institute (Bristol) a final de la década de los años 40 del siglo XX, y que a su vez dio lugar a concebir los primeros planteamientos relacionados con la *robótica social* (Walter, 1950, 1963). Justo debajo, dos fotografías de la época del modelo Elsie (Light-Sensitive), desarrollado dentro del mismo proyecto (*Machina Speculatrix*), que consistía en un dispositivo autónomo que era sensible a los estímulos luminosos. El robot fue denominado *tortuga* debido a la lentitud con la que efectuaba sus movimientos.

Imágenes recuperadas de <http://cyberneticzoo.com/tag/m-speculatrix/page/3/>

<http://www.extremenxt.com/walter.htm>

[http://www.beam-wiki.org/wiki/Machina\\_Speculatrix](http://www.beam-wiki.org/wiki/Machina_Speculatrix)  
en 2014-11-16

En el presente módulo son presentados conceptos teóricos relativos al uso de la robótica en el área de las ciencias de la educación. A su vez, se describen una serie de

experiencias punteras que ponen en relieve la relación entre las disciplinas STEM y la creatividad en contextos de aprendizaje situado, lo que nos lleva a realizar una demostración de los principales recursos de hardware y software para la creación de plataformas robóticas en el contexto educativo<sup>127</sup>, haciendo uso, en línea con investigaciones desarrolladas en el área de la innovación multimedia, de las herramientas de código abierto para disminuir los costes del proyecto, de modo que se facilite su implantación en entornos colaborativos más allá de los contextos universitarios de las disciplinas STEM, y, por último incentivar el uso de las plataformas abiertas. El análisis y la descripción de proyectos de prototipos robóticos conforman las metodologías de análisis e implantación de metodologías basadas en el uso de robots en todos los estratos del contexto educativo, incorporando metodologías de aprendizaje relacionadas con los contenidos de las disciplinas STEM al resto de los contextos educativos, e incorporando, tal como se argumenta en el presente trabajo de investigación, el factor disruptivo de la creatividad. Los enfoques de la robótica como medio de aprendizaje son, de este modo, remarcados en contextos específicos, haciendo referencia a las propias disciplinas STEM y la mecatrónica, las cuales serían el medio natural de desarrollo de metodologías de aprendizaje basadas en robots. A este respecto, hay una parte de la literatura científica que apuesta por la incorporación de metodologías de aprendizaje en fase temprana del desarrollo de la infancia, y en contextos situados, tal como argumentan Bers y Portsmore (2005).

La literatura científica reciente (Kazakoff, Sullivan y Bers, 2013, Kandlhofer, Steinbauer, Hirschmugl-Gaischy y Eck, 2014) refleja el impacto que supone la implantación de actividades relacionadas con la robótica y la programación, así como la incorporación de ambas dentro de las intervenciones curriculares que se desarrollan en los contextos educativos situados, tanto en contextos formales como informales. La incorporación de la robótica como método de enseñanza-aprendizaje basado en premisas constructivistas, y que actúa a su vez como vía de integración de la parte de innovación tecnológica que se encuentra en el área del espacio físico del continuo de la virtualidad, permite ser objeto de observación de una relación inmediata con el ámbito del aprendizaje de los lenguajes de programación. Esta relación se manifiesta en la medida en que el funcionamiento de dispositivos robóticos y el aprendizaje de la programación, tienen un impacto más bien reducido en lo relativo desde un punto de vista constructivista, siendo los métodos de implantación en un principio carentes de directrices concretas que puedan condicionar el proceso, y en el que el aprendizaje de ambos fenómenos se encuentra intrínsecamente ligado. En cierto modo, el desarrollo de proyectos con dispositivos robóticos no se concibe sin una base fundamentada en los

---

<sup>127</sup> Guimarães Jr., Rubio-Tamayo y Henriques (2014) plantean el uso de técnicas de creatividad para el desarrollo de una plataforma de un robot diferencial no-holonómico

lenguajes de programación, incluso si a día de hoy se parte, en contextos escolares, de entornos de aprendizaje de lenguajes de programación<sup>128</sup>.

Virnes y Sutinen (2009) también continúan en esa línea de investigación que hace referencia al carácter experimental que tiene la implantación de robots dentro de contextos de aprendizaje, y pone el énfasis en las interfaces de programación, como elementos necesarios para el desarrollo de proyectos con robots, poniendo de relieve la importancia de las interfaces de programación tangibles e intuitivas, basadas en un buen diseño de interfaz de usuario (UI) y experiencia de usuario (UX) lo que facilitaría la implantación de metodologías de enseñanza que además permitieran concebir los dispositivos robóticos desde una interfaz de software. Dentro de esta aproximación, la aportación que realizan es la incorporación de la visión de Papert (1996) dentro de los contextos de enseñanza-aprendizaje, cuya línea de acción se centra en la producción de estudiantes activos y que fomenta las inquietudes de inventiva y exploración, y en la cual los propios objetos de aprendizaje interactivos, en este caso concreto los dispositivos robóticos y los lenguajes de programación, serían los impulsores de la estimulación y motivación para la consecución de objetivos de aprendizaje concretos. Esta visión, además, estaría en línea con las áreas de trabajo presentadas en el presente proyecto de investigación, en las que factores como la creatividad, la innovación, la experimentación y el *learning-by-doing* serían incorporados a las prácticas de concepción de desarrollo de proyectos y metodologías de aprendizaje, y donde las prácticas asociadas al contexto de laboratorio multimedia y/o al fablab formarían parte de los procesos de producción y aprendizaje, siendo calibrado su impacto a través de factores como el modelo de aceptación de la tecnología (TAM).

Kandlhofer et al. (2014) proponen además la idea de la robótica como procedimiento de acercamiento inter-generacional, en el que participan diferentes agentes (estudiantes, maestros, acompañantes, etc.) lo que posibilita resaltar, a su vez, el potencial interdisciplinar que conforma la implantación de prácticas basadas en el uso de dispositivos robóticos, controladas a partir de unidades de software e interfaces de la más diversa naturaleza.

En el ámbito de la implantación de metodologías basadas en la robótica desde una fase temprana del desarrollo humano y, por ende de los estratos educativos, se observan estudios que hacen referencia a tales experiencias primaria (Romero, López, Hernández, 2012), de modo que proponen el desarrollo de talleres adaptados a la edad correspondiente, y estimulando el interés por las disciplinas, lo que a su vez ayudaría a potenciar el interés por otras ramas del conocimiento y por la colaboración en el desarrollo de proyectos grupales. Estas líneas de investigación siguen, no obstante, líneas de estudio formuladas ya en la anterior década que plantean una reflexión en torno a la convergencia entre robótica y educación (Johnson, 2002).

---

<sup>128</sup> Un ejemplo de ello es Scratch, desarrollado por el MIT, originalmente escrito en Squeak, una implementación libre de *Smalltalk 80*.

La creación de laboratorios en entornos escolares, mediados por tecnologías emergentes relacionadas más con el hardware que con el software, como es la robótica, es a su vez planteada por un notable número de estudios científicos. Fischer, Michalson, Padir y Pollice (2010) proyectan la creación de kits de robótica para ser utilizados ya en las escuelas, profundizando en la observación del fenómeno de implantación de robots en estas áreas bajo un prisma eminentemente constructivista, y en el que vuelve a tener relevancia el *learning-by-doing*. Los contextos escolares son, a día de hoy, objeto de estudio sobre los mecanismos que proporcionan un entorno adecuado para la implantación de los contextos escolares (Benitti, 2012), en la que importante llevar a cabo políticas que proporcionen un uso natural de dispositivos de hardware en los contextos educativos, y que a su vez las ciencias de la educación incorporen una serie de reflexiones a sus planteamientos en los que tenga cabida la incorporación de la robótica, no sólo en la praxis, sino como un objeto educativo más. Para ello se plantean una serie de enfoques multidireccionales que oscilan entre los ámbitos de la robótica y la pedagogía, a modo de *feedback* entre ambos, que ya son descritos en la literatura científica, que tiene por objetivo poner el foco en modelos de enseñanza/aprendizaje, la creatividad, la convergencia entre disciplinas, la heurística y la solución de problemas abiertos (Alimsis, 2012). A este respecto el contexto se observa desde una perspectiva del estado del arte en torno a la implantación de modelos en entornos que poseen un carácter heterogéneo (enseñanza-aprendizaje, empresas, labs), y donde es observada una tendencia generalizada a la incorporación de tecnologías de diferente naturaleza, pudiendo observar la robótica, en su contexto de implantación en la educación, como un instrumento de exploración-aprendizaje-investigación. En lo relativo a su implantación en cuya implantación en diferentes escuelas, en muchos casos a modo de proyecto piloto, han sido obtenidos resultados que incitan a proseguir con las líneas de investigación en esta área y seguir aportando elementos estructurales a la construcción de un marco teórico, que permita a su vez elaborar estándares, y que sea abordado desde una perspectiva transversal (Bredenfeld, Hoffmann, Steinbauer, 2010), en la que se encuentren implacadas un número considerable de disciplinas diversas. Este contexto transdisciplinar se conforma, a su vez, como parte del sujeto de análisis en el que la robótica forma parte de los procesos de implantación constructivista en los contextos educativos, en la medida en la que también la literatura científica relacionada con el tema produce estudios que observan el rol del docente y del investigador, considerándolos a su vez como diseñadores y/o desarrolladores de contenidos (Bers, Ponte, Juelich, Viera, Schenker, 2002), tomando especial importancia también en este contexto la experiencia de usuario, la ergonomía, la usabilidad, y las interfaces, que son factores a tener en cuenta en la implementación de tecnologías en el área de la enseñanza aprendizaje.

En lo relativo al uso de la robótica en relación a la formación de perfiles relacionados con las disciplinas STEM, esta es también observada desde un contexto lúdico (Qidwai, 2011), en la medida en la que posibilitan un aprendizaje en ocasiones más ameno,

## 6. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DE LA CUESTIÓN

pudiendo incrementar la motivación en la medida en que lo hacen los serious games, los entornos de realidad virtual, o la realidad aumentada, cada una con sus características y sus peculiaridades. Ello pone además en relieve la escenificación de la robótica como exponente de las prácticas tecnológicas que se basan en proyectos, si bien es cierto que esta naturaleza no es exclusiva de la robótica. No obstante, tal aprendizaje basado en proyectos pone de relieve la capacidad de desarrollo de procesos metacognitivos de la propia robótica, inherente a los procesos de enseñanza/aprendizaje basado en proyectos (Val y Pastor, 2012).

El uso de la robótica como metodología en entornos de aprendizaje situado comprende, por tanto, una línea de investigación emergente en el área de las tecnologías educativas, si bien se observa un importante número de estudios (Frangou et al, 2008, Virnes y Sutinen, 2009, Fischer et al. 2010, ) que confirman que tales prácticas basadas en la robótica, aunque se encuentran fuera del contexto *mainstream* de la educación, conforman una línea de investigación y una metodologías que cada vez encuentra más espacio en los ámbitos relacionados con la educación, no solamente informal, sino también formal, de modo que las propias instituciones educativas desarrollan políticas específicas para implementar tales prácticas.

En lo relativo al potencial de combinación de las prácticas robóticas que tienen relación directa con otro tipo de tecnología, tales como son las tecnologías digitales, los videojuegos y serious games, la realidad aumentada, la realidad virtual, la programación, pueden encontrar su punto de convergencia a través de disciplinas tales como mecatrónica (que hace referencia, más bien, a una combinación entre disciplinas). La mecatrónica, en el ámbito de la robótica, incorporaría, además, aspectos tales como la ingeniería de control, lo que da lugar a la capacitación, por parte del estudiante/usuario, en el desarrollo de dispositivos. Existe, en el área de la robótica aplicada a la educación, una notable cuantía de experiencias que permiten que en contextos relativos a las dos últimas décadas se puedan encontrar publicaciones que abordan la problemática desde diferentes aproximaciones, permitiendo al mismo tiempo ampliar el campo de acción y exploración de las aplicaciones de la robótica en los procesos de enseñanza-aprendizaje en la construcción de la relación con las tecnologías digitales que a su vez puedan encontrar un elemento de mediación a través de la ingeniería de control. Esto es particularmente relevante en el ámbito de la enseñanza de las disciplinas STEM y dentro de un espacio de aprendizaje constructivista en el cual el *learning-by-doing* forme parte de los procesos de construcción de aprendizaje, mediado por la enseñanza de la robótica.

En el ámbito de la robótica se plantea, además, una disyuntiva *constructivismo* vs. *Instruccionismo*, pudiéndose referenciar estudios que mencionan los beneficios del aprendizaje constructivista a partir del *learning-by-doing*, la manipulación de los materiales y el desarrollo de la creatividad a través de procesos de indagación activa (Papert, 1980a, en Romero, López y Hernández, 2012), proponiendo la formación en

disciplinas relacionadas con la robótica a los docentes y suministrando un espacio para la evaluación de actividades curriculares relevantes en esta área.

Romero et al. (2012) plantean una problemática en torno al uso de tecnologías digitales, que puede ser abordado a través de la incorporación de la robótica en los propios procesos de aprendizaje. El uso de tecnologías digitales plantea, desde esta perspectiva una problemática dentro de la práctica constructivista: el modo en que los ordenadores, principales mediadores de la integración de las tecnologías en la enseñanza, pueden ser integrados en la práctica constructivista, debido a su carácter de objeto estático. No obstante, las tecnologías digitales permiten también observar un nivel elevado de potencial constructivista, gracias a la propia evolución de los dispositivos de software, por lo que la robótica simplemente sería un medio para potenciar las prácticas constructivistas. Además, en contra de lo que argumentan Romero et al. (2012), el uso de las tecnologías en la enseñanza no se limita a la incorporación de los ordenadores, sino que los dispositivos con los que se cuenta en la actualidad también lo conforman dispositivos que permiten acceder a los contenidos e interactuar con ellos en contextos ubicuos, siendo los más relevantes las tablets y los *smartphones*, que permiten interactuar con entornos virtuales y acceder a contenidos alojados en espacios de realidad aumentada. Por otra parte, la inclusión del construccionismo tiene en cuenta la inclusión de herramientas tecnológicas para la inclusión de conceptos relacionados con el propio uso de las tecnologías y la inclusión de metodologías relacionada con las disciplinas STEM y la ingeniería en los curricula académicos, siempre teniendo en cuenta factores como la creatividad, la percepción de facilidad de uso (PEOU), y la percepción de utilidad (PU), dentro de los modelos de aceptación de la tecnología (TAM). Es por esta razón que algunas de las propuestas de aplicación de la robótica en áreas como la educativa poseen trayectorias a tener en consideración, ya que además, la literatura científica relacionada con esta área, tal como se viene observando, pone en relieve a su vez un notable número de metodologías de enseñanza de la tecnología y la robótica que parten desde premisas tales como el constructivismo y el construccionismo, de modo que el tipo de proyectos que se plantean se encuentra relacionado con fenómenos que tienen que ver con la incorporación de robots en procesos de enseñanza/aprendizaje a través de varios contextos metodológicos (Virnes y Sutinen, 2009, Kazakoff, Sullivan y Bers, 2013, Kandlhofer, Steinbauer, Hirschmugl-Gaischy y Eck, 2014).

No obstante, la inclusión de la robótica dentro del área del ámbito educativo no se encuentra exenta de dificultades, en la medida en que no existe una metodología y una serie de principios de actuación que tienen que ser abordados. Bredenfeld, Hofmann y Steinbauer (2010, p. 569) lo definen de este modo:

*La robótica en la educación nos recuerda a una orquesta que tiene un increíble grupo de músicos usando instrumentos fabulosos pero que no es capaz de ejecutar una sinfonía que cautive a la audiencia. Todos los miembros de la*



*orquesta intentan convencer a los otros de que usen sus instrumentos y que toquen en un club local, en el que no puede caber toda la orquesta.*

En lo referente a los aspectos técnicos, las líneas de investigación de la robótica, en su relación a la implantación en el contexto educativo, se hace eco de las diferentes perspectivas que conforman los ámbitos de desarrollo, pudiéndose observar ciertas aproximaciones que ayudan a la comprensión de la naturaleza de los fenómenos asociados a la robótica, desde el punto de vista puramente formal. Bredenfeld et al. (2010) describen cuatro aproximaciones diferentes: *teleoperaciones*, *robótica cognitiva*, *robótica operativa* y *robótica de enjambres*.

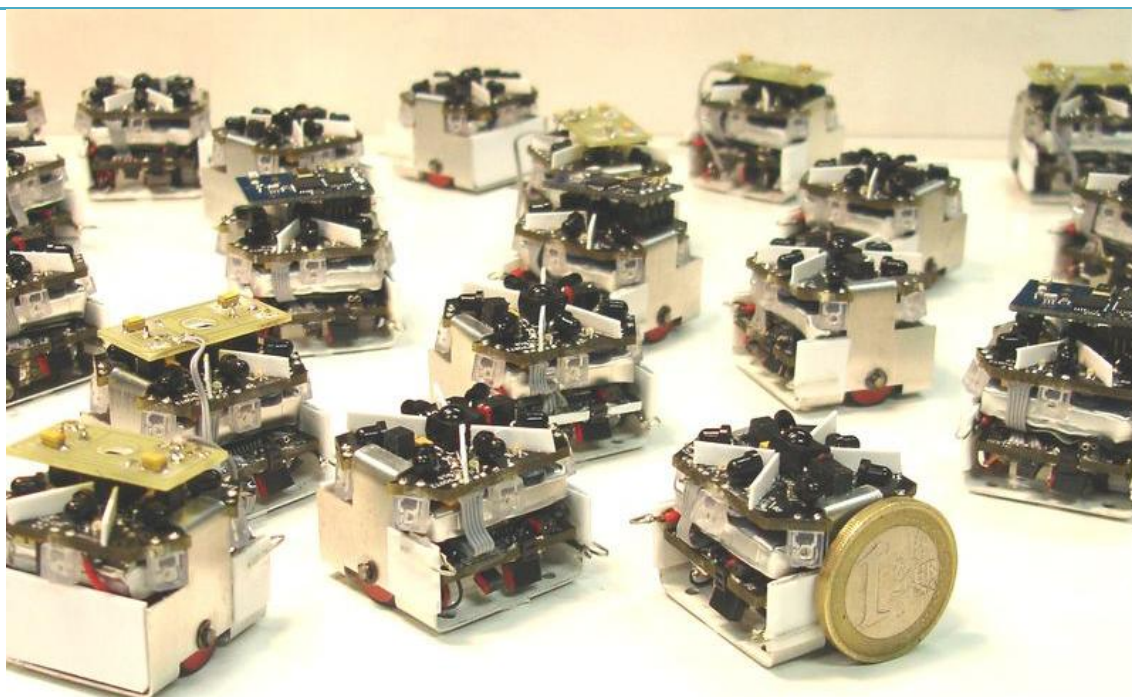


Figura 38. Jasmine. Proyecto de robótica de enjambres.

Jasmine es un proyecto de robótica de enjambres (swarm robotics) de código abierto. La robótica de enjambres consiste en un sistema o red de robots relativamente simples que coordinados conforman tareas en base a un comportamiento colectivo que les permite interactuar con el medio como un solo sistema, y no como dispositivos individuales.

Imagen recuperada de <http://www.swarmrobot.org/> en 2014-11-18

### 6.9.2. Robótica, mecatrónica y STEM: Enfoque educativo

La implementación de modelos de aprendizaje de robótica en educación y de dispositivos robóticos, dentro del aprendizaje situado, se presenta como una ocasión para abordar los posibles déficits educativos alrededor de las propias disciplinas STEM, de manera que metodologías basadas en el *learning-by-doing*, en muchos casos, en contextos situados, como talleres y workshops, permitan llevar a cabo procesos de mejora y perfeccionamiento del aprendizaje. El uso de robots en un contexto educativo, presenta, de este modo, una serie de objetivos de carácter general, entre los cuales es

posible enumerar: 1) El incremento de la motivación en el proceso de aprendizaje, debido a que el desarrollo de robots tiene un marcado carácter constructivista 2) La consecución de objetivos de aprendizaje específicos, a través de la creación y el desarrollo de objetos interactivos, que muestran una serie de resultados visibles en forma de dispositivos de hardware (robots), 3) Facilitar la implantación, en el contexto educativo, del aprendizaje de las disciplinas STEM desde temprana edad, y 4) Potenciar el uso de los medios de aprendizaje basados en la robótica, lo que permitiría favorecer y desarrollar las capacidades creativas del estudiante, fomentando, a su vez, sus competencias en la resolución de problemas.

También se pretende, igualmente, potenciar el aprendizaje de la disciplina *mecatrónica*, y su implantación en los diferentes estratos y niveles de los sistemas educativos, de modo que se produzca una convergencia con otras disciplinas. Las experiencias de aprendizaje que se basan en el uso de robots, proponen, normalmente, insertar los proyectos de forma modular, con un carácter eminentemente práctico (Frangou et al., 2008, Fischer, et al., 2010), de modo que el estudiante puede aprender a partir de conceptos asociados a la robótica, inclusive si no posee conocimientos previos sobre la materia. En referencia a esto, existen estudios que proponen la implantación de actividades relacionadas con el desarrollo de robots desde una edad temprana (Bers et al., 2002, Bers y Portsmore, 2005, Campbell et al., 2013).

Las actividades relacionadas con la implantación de la robótica en contextos educativos también aportan una reflexión en lo relativo a la creación de labs específicos para el desarrollo de tales proyectos, pero que a su vez tuvieran relación con los laboratorios multimedia, teniendo en cuenta las propias particularidades de los dispositivos robóticos, ya que fundamentalmente los componentes de hardware de los dispositivos han tenido, hasta los últimos años de la primera década del siglo XXI, unos costes elevados que han dificultado tal implementación en contextos educativos, si bien se vienen observando experiencias piloto desde los años 90 del siglo XX (Robinson, 1996, Manseur, 1997) y en la primera década del siglo XXI (Goh y Aris, 2007, Frangou et al., 2008, Virnes y Sutinen, 2009), tanto en metodologías de implementación de robots en contextos de enseñanza/aprendizaje, como en la enseñanza de las propias disciplinas relacionadas con el desarrollo de dispositivos robóticos.

Volviendo a la cuestión de la reducción de los costes económicos, como factor influyente a la hora de desarrollar estrategias, que permitan considerar la implantación de metodologías basadas en la construcción y el desarrollo de robots en contextos de enseñanza/aprendizaje, o para la creación de labs basados en la experimentación con hardware para la construcción de robots, en los últimos años han tenido un impacto significativo el desarrollo de modelos de código abierto y cuyo coste económico se ha visto reducido. Entre los ejemplos más significativos se encuentran el Kit DIY de robot

articulado *Hexy*, desarrollado por ArcBotics<sup>129</sup>, *OpenBionics*<sup>130</sup>, proyecto basado en una iniciativa para el desarrollo de prótesis robóticas de bajo costo y código abierto, o los proyectos *iCub* de RobotCub o *DoraBot*, entre otros.

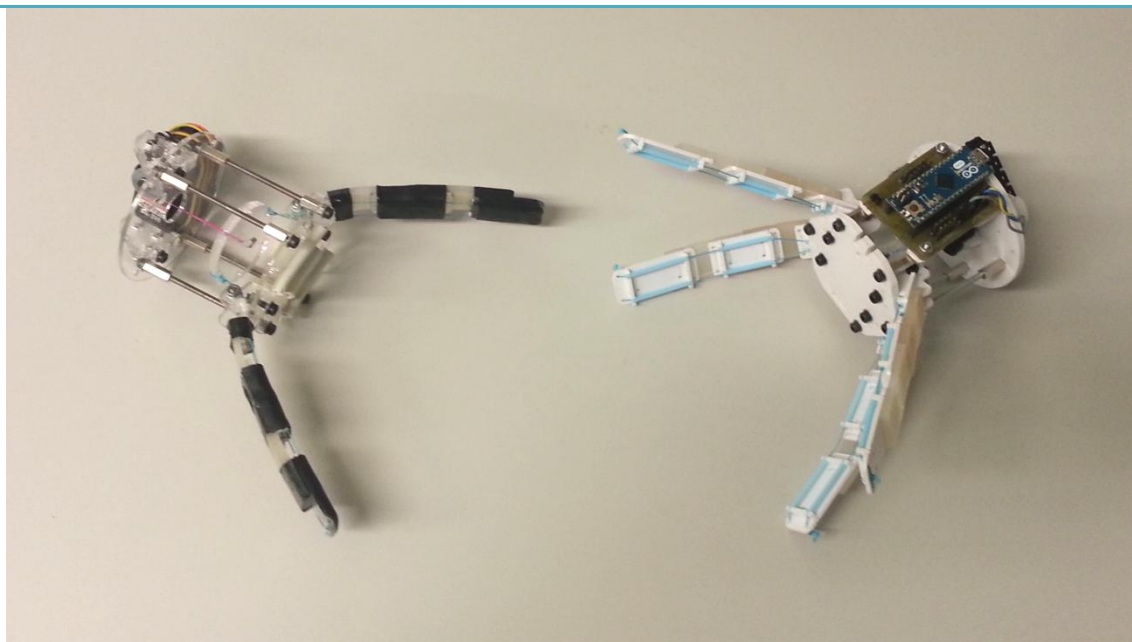


Figura 39. Prótesis robóticas de *OpenBionics*.

Prótesis robóticas con forma de manos de la iniciativa *open source OpenBionics*, que promueve el desarrollo de dispositivos biónicos de bajo coste y código abierto con el fin de hacer más accesible la implementación de soluciones biónicas de diferente naturaleza y la investigación en torno a dispositivos robóticos que puedan funcionar a modo de prótesis.

Recuperado de <http://www.openbionics.org/> en 2014-11-04

La implementación de la robótica supone también un impacto significativo en el modo en el que son producidos los procesos de aprendizaje. El perfeccionamiento que incorpora la implementación de la robótica en la enseñanza de disciplinas STEM y STEAM posibilita el desarrollo de prácticas de aprendizaje interactivo, en cierta medida, orientado a objetos, y de una forma muy similar a la que se produce con las tecnologías digitales y los objetos de aprendizaje interactivos en los espacios virtuales<sup>131</sup>. Ello posibilita el establecimiento de líneas de enseñanza/aprendizaje en torno a fenómenos que también se asocian directamente con las disciplinas STEM, como son los algoritmos del software o la mecánica del robot, pero a su vez ejerciendo un impacto significativo en el desarrollo de competencias y habilidades tales como el impulso de la creatividad y la capacidad de solución de problemas. Al mismo tiempo, las estrategias de implementación de prácticas basadas en el desarrollo de dispositivos

<sup>129</sup> <http://arcbotics.com/products/hexy/> Accedido en 2014-11-04

<sup>130</sup> <http://www.openbionics.org/> Accedido en 2014-11-04

<sup>131</sup> De hecho, se puede establecer un paralelismo entre los objetos de aprendizaje interactivo de las tecnologías digitales y la creación de dispositivos robóticos.

robóticos en los contextos situados, tales como los labs, permiten establecer un análisis comparativo entre lo modular y lo teórico.

Los procesos de reflexión, por tanto, en torno a los modelos de implantación de los dispositivos de hardware y de software, y en este caso, de dispositivos robóticos, requiere una combinación de métodos cuantitativos y cualitativos. Esto es debido a que, de un lado, la literatura científica especifica las cuestiones técnicas propiamente dichas del dispositivo concreto con el que se trabaja, y por otras, se desarrollan contenidos didácticos y estrategias de implementación basados en el potencial del dispositivo concreto, y se diseñan las potenciales intervenciones que se puede realizar en el espacio o el contexto en el que los dispositivos robótico van a ser implementado. Esto quiere decir que de un lado, los estudios de la robótica analizan los aspectos puramente técnicos y formales del dispositivo, y por otro, se evalúa el impacto social que tiene en el contexto en que se implanta. Tal convergencia permite implantar mejoras desde una perspectiva técnica a la vez que se desarrollan estrategias para una mejora de los procesos de implementación.

En lo que a las estrategias de implantación y metodologías se refiere, parte de la literatura científica considera la robótica en los contextos educativos como una especie de intervención (Benitti, 2012, Kandlhofer et al., 2014), en ocasiones de carácter experimental (Qidwai, 2011, Kazakoff et al., 2013). Ello pone de relevancia la oportunidad de desarrollar estrategias de intervención experimental en el aprendizaje, incluyendo las prácticas basadas en el uso de robots en los labs, tanto en contextos formales como informales. En este punto, la implementación de la robótica en contextos educativos adquiriría una naturaleza de intervención, que lo situaría cerca de metodologías de intervención como el *Design-Based Research* (DBR) (Anderson y Shattuck, 2012). A su vez, las estrategias de implementación de metodología de aprendizaje basadas en la robótica remarcen el carácter constructivista implícito en el desarrollo de proyectos con esta tecnología, lo que posibilita sentar las bases de líneas de investigación próximas a estrategias basadas en la Investigación en Acción, incorporando a su vez otras estrategias metodológicas, tales como el *Project-Based Learning* (Yuen, 2003). Es por ello que las líneas de estudio e investigación de la robótica no se limitan a cuestiones técnicas, sino que a su vez producen un impacto en los procesos de enseñanza aprendizaje, en las metodologías desarrolladas, y en las estrategias que son implementadas en los contextos sociales, desde un punto de vista de las interacciones y el comportamiento, lo que aporta de nuevo relevancia a través de un nexo con la noción de robótica social desarrollada por Walter (1950).

A los fundamentos de la robótica también se incorpora la propia noción de la denominada *ingeniería mecatrónica*, concebida como una convergencia de disciplinas STEM basada en cuatro pilares fundamentales: *computación, mecánica, electrónica y*

*sistemas de control*. En el contexto de implantación de experiencias de aprendizaje basado en los fundamentos y las prácticas de la robótica, esta se comporta como un fenómeno de convergencia entre las propias disciplinas STEM y otras disciplinas transversales, (Harrell y Harrell, 2011), profundizando además, en la idea de la necesidad de incorporar disciplinas basadas en las artes, las humanidades, y las ciencias sociales, de modo que se la serie de transformaciones producidas en los procesos de evolución disciplinar den lugar a un concepto más amplio que englobe la rama de las ciencias blandas y de la creación (STEAM), que acabe influyendo también en cómo va a ser concebida de la robótica en relación a las perspectivas de implantación y sus aplicaciones. Además, ello permite desarrollar estrategias y metodologías que permitan evaluar su eficacia como herramienta de aprendizaje, pudiendo con ello incorporar mejoras para los métodos y los procesos..

Los procesos de aprendizaje que se asocian a la implementación de robots van a permitir al estudiante, a su vez, incorporar a sus conocimientos y competencias un nivel de abstracción, esquematización, y representación de conceptos relacionados con las funciones y los objetivos que se le quieren incorporar al dispositivo de hardware. Es por esta razón que el uso del *Lenguaje Unificado de Modelado (UML)* se encuentra de manera inherente en las metodologías que incorporan dispositivos robóticos en el aprendizaje<sup>132</sup>, sirviendo para la descripción visual del proyecto. Otra de las competencias adquiridas por los estudiantes que incorporan la robótica en los procesos de aprendizaje es el uso del *Lenguaje Orientado a Objetos* como metodología de elaboración de dispositivos (siendo los propios dispositivos robóticos *Sistemas Orientados a Objetos*), así como el aprendizaje en el uso de algoritmos asociados a los lenguajes de programación. Entre los sistemas que se incorporan al contexto de aprendizaje en la utilización de robots se pueden enumerar varios ejemplos, como el desarrollo de una malla de control remoto basada en la impedancia (Secchi, 2008, p. 50), o el uso de modelos matemáticos existentes en la actualidad para el perfeccionamiento de dispositivos robóticos (Secchi, 2008, p. 70). Otro de los factores que se incorporan al conjunto de competencias adquiridas con el aprendizaje basado en robots es la *odometría*, consistente en el estudio de la posición de los vehículos con ruedas. También tiene especial relevancia el aprendizaje de los sistemas y el uso de módulos de software, además de incorporar las nociones esenciales del *middleware* y los lenguajes de programación (C/C++, Python) incluyendo aquellos que se encuentran específicamente destinados a la robótica: LAMA, Assembly o lenguaje ensamblador, URBI, RAIL. Además, se incorpora el aprendizaje de conceptos básicos de la electrónica como la *resistividad*, fundamental para la comprensión del funcionamiento de los dispositivos de hardware robóticos.

---

<sup>132</sup> Aunque el uso del *UML* no se limita a la robótica: se encuentra presente en la mayor parte de las ramas de las que se compone en conjunto de ingenierías.

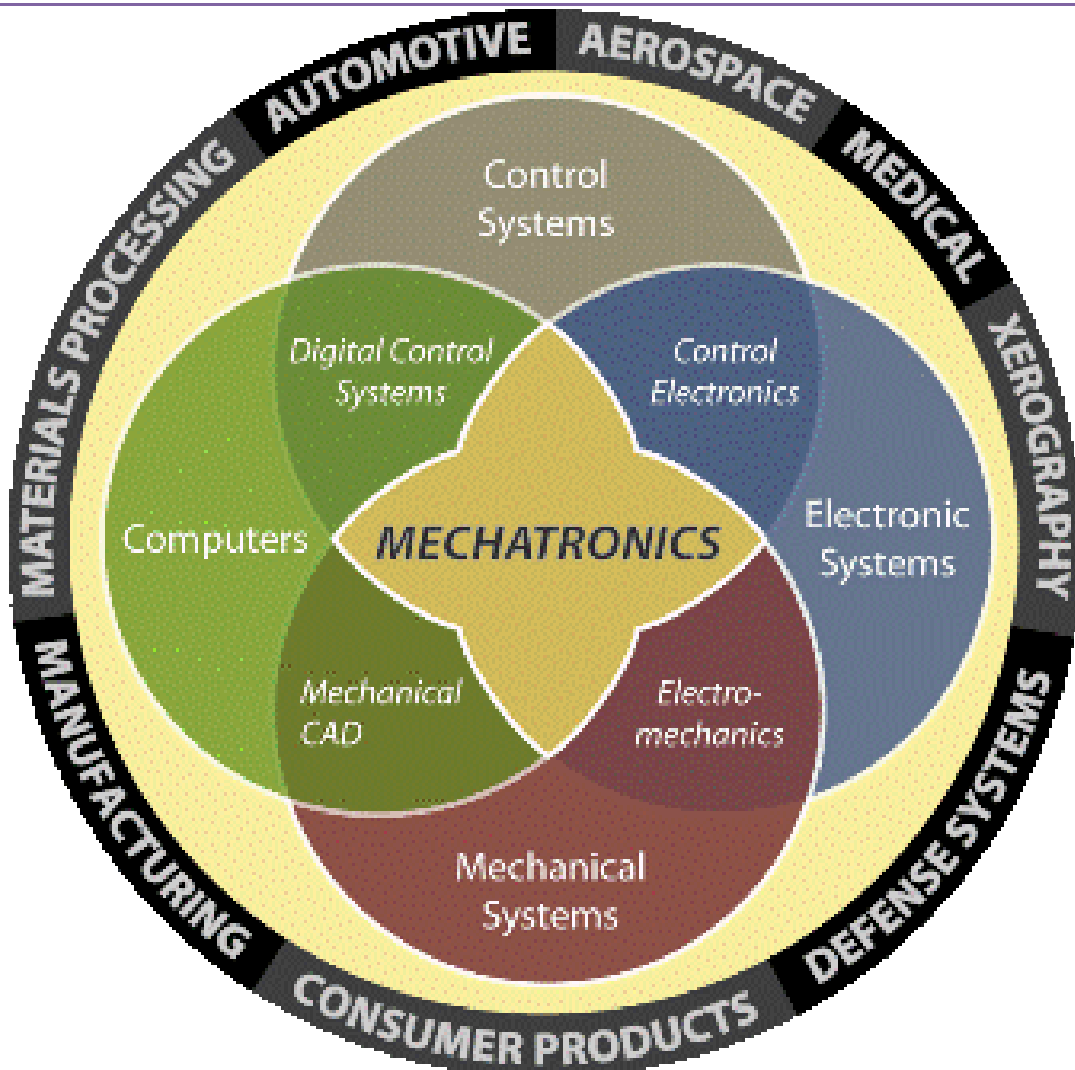


Figura 40. Composición de las disciplinas que conforman la mecatrónica.  
Esquema que describe la composición de las disciplinas que conforman la mecatrónica:  
Fuente: <http://www.isa.uma.es/C6/mastermecatronica/default.aspx>. Recuperado en 2014-11-21.

### 6.9.3. Robots: Naturaleza y convergencia entre disciplinas

Los tipos de robot a los que se hace referencia en la literatura científica, que son incorporados a los procesos de aprendizaje son específicamente tres: autónomo, semi-autónomo y tele-operado. El robot es semi-autónomo cuando precisa de algún tipo de ayuda externa, siendo el tele-operado completamente dependiente del control remoto del usuario, y el autónomo programado para seguir una serie de órdenes sin una posterior intervención durante el proceso.

En lo referente a la utilidad del aprendizaje de la mecatrónica en base a incorporación de robots, el enfoque, desde un punto de vista de desarrollo de modelos más complejos, supone una propuesta de nuevos desafíos para el estudiante, con el impacto que implica en el desarrollo de las propias capacidades creativas y de resolución de problemas (Guimarães Jr., Rubio-Tamayo, Henriques, 2014). Dentro de las cuatro disciplinas que componen la mecatrónica, enumeradas en el apartado anterior, aquella que requiere un mayor grado de complejidad es la parte de la ingeniería de control, pudiéndose observar, no obstante, estudios, en la literatura científica, que pretenden producir una serie de mejoras significativas en los modelos y procesos de aprendizaje.

A su vez, el crecimiento de la demanda de nuevos dispositivos de hardware en las ciencias de la educación viene siendo evidenciada, además, por los esfuerzos de la comunidad científica en proponer la inserción de la robótica con fines pedagógicos (Guimarães Jr., Rubio-Tamayo, Henriques, 2014). Dentro del contexto educativo, el uso de la robótica es capaz de ampliar significativamente la gama de actividades que pueden ser desarrolladas, a la vez que favorece la integración entre diferentes áreas del conocimiento, tal como se viene describiendo en el presente apartado. El desarrollo de nuevos mecanismos y conceptos, o la indagación para encontrar la solución de un nuevo problema, hace que el estudiante percibe el interés de buscar soluciones a conceptos en otras disciplinas. Es por ello que la robótica tiene, dentro de ese contexto, un gran potencial como impulsora de procesos multidisciplinares, de modo que las fronteras establecidas con anterioridad entre las diferentes disciplinas encuentren de nuevo un punto de conexión.

La robótica posibilita dentro de este contexto, también, la práctica del método científico, a través de la construcción de prototipos, la práctica del ensayo-error, y la simulación de mecanismos (Ferreira, 2006)<sup>133</sup>. Es además relevante la convergencia de la robótica, en los labs donde se llevan a cabo los procesos, cada vez más manifiesta, con otras disciplinas, donde se encuentran implícitos, tal como se ha descrito antes, fenómenos tan aparentemente inconexos como el constructivismo, la interdisciplinariedad, la heurística, la creatividad y perfeccionamiento de prototipos.

La convergencia de la robótica además, con las herramientas de código abierto, ha dado lugar a que se desarrollen prácticas que tengan como prioridad la reducción de costos para incrementar las posibilidades de implantación, y que a su vez las propias prácticas de aprendizaje basadas en robots no constituyan una excepción dentro de los sistemas educativos, fortaleciendo las prácticas de las disciplinas STEM en los contextos educativos, e interconectando con otras disciplinas, como se viene observando en el presente apartado.

---

<sup>133</sup> EduBOT v1. *Protótipo de uma plataforma robótica livre para educação utilizando Metareciclagem*. [Online]. Available at: < <http://uriedubot.wordpress.com/author/uriedubot/>>. Accedido en 2014-06-10



#### 6.9.4. Robótica en contextos universitarios: El caso de Edubot V-2.

En la literatura científica reciente destacan experiencias llevadas a cabo en lo relativo a la incorporación de dispositivos robóticos al contexto educativo, que además incorporan la capacidad de resolución de problemas y el desarrollo de soluciones creativas a los retos planteados. Entre ellas, cabe señalar la experiencia llevada a cabo por el *Grupo de Controle, Automação e Robótica* de la UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul) (Guimarães Jr., Rubio-Tamayo, Henriques), en la medida en que se conforma como una experiencia in situ cuyas intervenciones han sido llevadas a cabo de manera experiencial por un equipo en el que se ha visto implicado el autor del presente documento, y que se encuentra en fase de ampliación de las aplicaciones de las líneas de investigación en las que trabaja.

Una parte del proyecto ha sido aplicado con los alumnos del Grado de Ingeniería de la Computación, en la UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul). El modelo al que hace referencia el proyecto, se basa en un robot móvil de tipo monociclo, que presenta algunas ventajas en lo relativo a su implantación y uso, como son una elevada capacidad de movilidad, y una configuración sencilla de las ruedas, siendo a su vez un *robot diferencial*. El robot de tipo monociclo es normalmente una de las opciones de los investigadores para experimentar e investigar en torno a nuevas estrategias de control, debido, en parte, a la simplicidad de su cinemática. El robot usado se compone de una estructura formada por dos ruedas fijas convencionales, situadas sobre un mismo eje, y controladas de manera independiente, y por una tercera rueda pasiva que le confiere estabilidad. El sistema de tracción-dirección asociado al robot le permite controlar de manera independiente sus velocidades lineal y angular. Las ventajas que se derivan de su estructura mecánica y de la electrónica de control, hacen que esta sea, comúnmente, la configuración por la que se opta para los robots de laboratorio (Secchi, 2008). Otra de las características del modelo Edubot V-2, el que ha sido utilizado y perfeccionado para esta experiencia, es que es de carácter no-holonómico. Esto quiere decir que, para modificar su trayectoria, tiene que modificar su propia posición, de modo que si detecta un obstáculo necesita incorporar un giro en su trayectoria para evitarlo.

En las experiencias que incorporan la robótica dentro de los procesos de aprendizaje, es común el uso de *sistemas orientados a objetos* (programación orientada a objetos o POO), ya que permite incorporar determinados niveles de abstracción y establecer una clasificación entre los objetos y las interacciones que se producen entre ellos. La ventaja del uso de este sistema, en los lenguajes de programación, y en la robótica, es que, además, es posible obtener una mejor representación del mundo real, dada la propia naturaleza de sistema orientado a objetos. El uso de este sistema es común en etapas que van desde el análisis hasta la consecución del proyecto y la propia implementación, de manera que la información que es adicionada en algunas de las etapas de



desarrollo no se pierde en el paso siguiente, con la consiguiente reducción de la cantidad de errores, disminuyendo el tiempo de las etapas de decodificación y testeo. El uso de este sistema permite, además, crear nuevos objetos que se comunican con los ya existentes, sin que el desarrollador se vea obligado a conocer mejor el interior y la estructura de estos últimos.

Los análisis de proyecto orientados a objetos tienen, de esta manera, como objetivo llevar a cabo una identificación del conjunto de objetos más apropiado, que permita realizar una descripción más detallada de un sistema de software. Así, el funcionamiento de estos sistemas se produce a través de la relación e intercambio de información entre los objetos implicados.

Los sistemas orientados a objetos incluyen también una serie de desventajas, que no obstante, son objeto de estudio en las ciencias de la computación para futuras mejoras. Entre estas desventajas se incluye la apropiación, que dificulta la resolución de problemas de manera elegante. También es posible observar el riesgo del cambio de los criterios de clasificación de objetos, lo que da lugar a un posible escenario de fragilidad del propio sistema. Además de eso, en algunas ocasiones no es posible descomponer los problemas del mundo real en una jerarquía de clases propiamente dicha, ya que el paradigma de los sistemas orientados a objetos en ocasiones no interactúa bien con problemáticas y elementos cuyas fronteras, en ocasiones, no se encuentran perfectamente definidas en el espacio físico, precisando reglas dinámicas para la clasificación de objetos. Es por ello que a partir del momento en que una jerarquía de una estructura orientada a objetos requiere definiciones precisas, el proyecto original corre el riesgo de perderse si en algún momento del proceso las relaciones fundamentales entre las clases clave cambian. En este contexto sería necesario llevar a cabo de nuevo un análisis de las relaciones entre los principales objetos principales y proyectar, de nuevo, una jerarquía de clases entre los objetos implicados, (Rumbaugh et al., 1990, en Guimarães Jr., Rubio-Tamayo, Henriques, 2014).

La programación orientada a objetos, presenta, a su vez, un notable número de diferencias respecto a otros paradigmas de programación, como la programación estructurada. En la programación orientada a objetos, las funciones y los datos se encuentran unidos, conformando lo que se denomina *objeto*. Estas características dan lugar, por tanto, a la concepción de formas de analizar, proyectar y desarrollar programas y aplicaciones, de un modo más abstracto y genérico, lo que permite, a su vez, un mayor reaprovechamiento de los códigos, facilitando así el propio mantenimiento del sistema. Es por esta serie de razones, entre otras, que el uso de lenguajes de programación que incorporen los conceptos de programación orientada a objetos (POO)<sup>134</sup> es bastante común en proyectos de esta naturaleza, en los que esté

---

<sup>134</sup> El lenguaje de programación usado en la experiencia descrita en la UFRGS (Brasil) es C/C++

implicado procesos de aprendizaje basados en el desarrollo e interacción con dispositivos robóticos.

#### 6.9.5. Proyección y perspectivas de la robótica

La perspectiva del uso de dispositivos robóticos en labs, así como las posibles estrategias de implantación, muestran un escenario en el que se observa una tendencia de aceptación de los dispositivos de software robótico como parte integrante del contexto socio-educativo en un futuro próximo. La existencia de un número considerable de proyectos aplicados al contexto educativo, tales como *Lego Mindstorm NXT*, *Engino Robotics*, *Thymio*, *FischerTechnik Computing*, o *SCORBOT-ER 4u* (desarrollado por la compañía Intelitek) *Darwin-OP (Open Platform Humanoid Project)* dan una muestra de la tendencia de un número cada vez mayor de iniciativas que pretenden desarrollar estrategias para la implantación de dispositivos robóticos en contextos educativos, de modo que las perspectivas en un corto plazo revelan un interés creciente por perfeccionar estrategias y metodologías que permitan incorporar tales dispositivos en la educación.

Por otro lado, la reducción de costos desde las aproximaciones al uso de la robótica en la educación (Robinson, 1996, Manseur, 1997) han permitido conformar un escenario en el que el acceso a tales dispositivos se encuentra a su vez menos restringido, permitiendo el surgimiento de iniciativas *open source*, de software libre, con materiales cuyo coste es cada vez más accesible. Por tanto, el desarrollo y el uso cada vez más generalizado de prototipos de bajo coste<sup>135</sup> posibilita que la investigación en mejoras de los modelos de dispositivos robóticos y su interacción con tecnologías digitales y espacios asociados al continuo de la virtualidad pueda tener un elevado grado de viabilidad, incorporando a su vez los conocimientos relativos a la ingeniería de control y una visión holística de la mecatrónica en lo relativo al contexto de los procesos de aprendizaje. Desde esta perspectiva, se viene realizando por tanto una aproximación al contexto de la robótica como una metodología que posibilita los procesos de implantación de objetos de aprendizaje en laboratorios de robótica que posibilitan realizar una serie importante de aportaciones a las perspectivas de aprendizaje constructivista. Los siguientes desafíos en los que trabajan las áreas de estudio y líneas de investigación que se ocupan de la cuestión de la robótica suponen una serie de reflexiones en lo relativo a la integración de lo virtual con los objetos y elementos que conforman el contexto de la robótica.

En lo relativo a futuras aplicaciones y mejoras de los dispositivos, se plantea, en el contexto del presente trabajo de investigación, una reflexión en torno a las líneas de trabajo que comprenden una convergencia entre las tecnologías digitales, los espacios digitales, el continuo de la virtualidad (espacio físico, realidad aumentada, realidad

---

<sup>135</sup> El coste estimado del dispositivo Edubot V-2 desarrollado en la UFRGS se estima en unos 60 euros en junio de 2014.

## 6. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DE LA CUESTIÓN

virtual, realidad mixta, etc.) y el propio hardware de la robótica, mejorando los procesos de control de los dispositivos robóticos a través de la mejora de los códigos, el contexto experimental y las posibilidades que ofrecen los espacios virtuales y la realidad aumentada, así como el trabajo colaborativo con grupos multidisciplinares, interdisciplinares, y transdisciplinares, para el desarrollo de proyectos. Todos estos factores también implicarían reflexionar en torno a una serie de mejoras en los aspectos técnicos, que implican un amplio abanico de las áreas del conocimiento relacionadas con las disciplinas STEAM (incluyendo en este contexto las artes y la creatividad). Las mejoras serían planteadas en la usabilidad de los componentes que forman parte del dispositivo robótico, en la posibilidad de plantear retos que impliquen un enfoque heurístico y el planteamiento de cuestiones en torno a los aspectos sociales y educativos que la implantación de metodologías con robots puede ayudar a superar. En cuanto a las cuestiones técnicas, y poniendo el foco en los dispositivos que han sido objeto de descripción, las serían propuestas en factores tales como el mapeado del ambiente, el mapeo robótico, o el propio sistema de software y middleware para plataformas robóticas MOOS (*Mission Oriented Operating Suite*) y del MOOS-IvP (*Interval programming*). Las cámaras externas que mapean la trayectoria presentan, además, una serie de aspectos susceptibles de ser intervenidos para su mejora profundizando. Por último, el uso de robots de estas características permitiría abordar la mejora de los aspectos relativos a disciplina de la ingeniería de control (Guimarães Jr., Rubio-Tamayo, Henriques, 2014).



Figura 41. Arquitectura del sistema de integración de las diferentes capas del modelo Edubot V-2, desarrollado en el contexto de los estudios de ingeniería de control de la Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Porto Alegre, Brasil)

Durante la descripción del uso de los dispositivos robóticos en laboratorios experimentales y contextos educativos, abarcando todos los niveles posibles, es relevante, además hacer una mención a la necesidad de plantear una serie de etapas de modelado, proyecto y ejecución de una aplicación en tiempo real, con el fin de que las mejoras en los procesos de implementación de tecnologías (incluyendo en este caso,

los robots), tengan un impacto suficiente. La mayor ventaja del método de la POO, usada de modo generalizado en proyectos de esta naturaleza, es que el objeto es dividido en componentes y no en procesos, lo que supone un cambio en las estructuras organizativas, que por otra parte tiene relación con la capacidad de clasificar de los procesos mentales. Los lenguajes estructurados poseen rutinas y funciones distribuidas por todo el sistema, y, al encontrarse el objeto en un proceso de evolución constante, la fase de testeo y análisis del sistema al completo precisa de ser verificada, hasta asegurarse de que la alteración no ha desencadenado modificaciones en el resto de la programación, en el caso, bastante probable, de que en el futuro sea necesario algún dato, función, o propiedad determinados. La POO contiene, a este respecto, propiedades, funciones y rutinas de los objetos encapsuladas en un único objeto unificado, favoreciendo la necesidad de alteraciones, actualizaciones y reutilización del código en un escenario futuro, más allá de la facilidad de posibilitar la herencia de atributos y comportamientos de otros objetos que conforman el sistema

Entre los trabajos que se plantean en un contexto próximo se incluyen: el desarrollo de una estructura mecánica de mayor envergadura, la sustitución de microprocesadores por otros más potentes y/o eficientes<sup>136</sup>, así como la sustitución de los sonares por otros de una mayor amplitud y precisión, lo que posibilite que las aplicaciones robóticas cumplan los objetivos para los que fueron concebidos. Otra de las líneas de investigación de carácter técnico, en el contexto de la robótica, se encuentra en torno a los threads, acelerómetros, y el procesamiento de audio, imágenes e identificación por radio-frecuencia, revelándose, a través de los tests finales que existen unas amplios márgenes para la mejora de proyectos que incorporan el uso, mejora y perfeccionamiento de robots en contextos educativos.

---

<sup>136</sup> En el proyecto desarrollado en la UFRGS se plantea la sustitución de los microprocesadores ATmega328P por el ARM Cortex-M3 (32-bit)

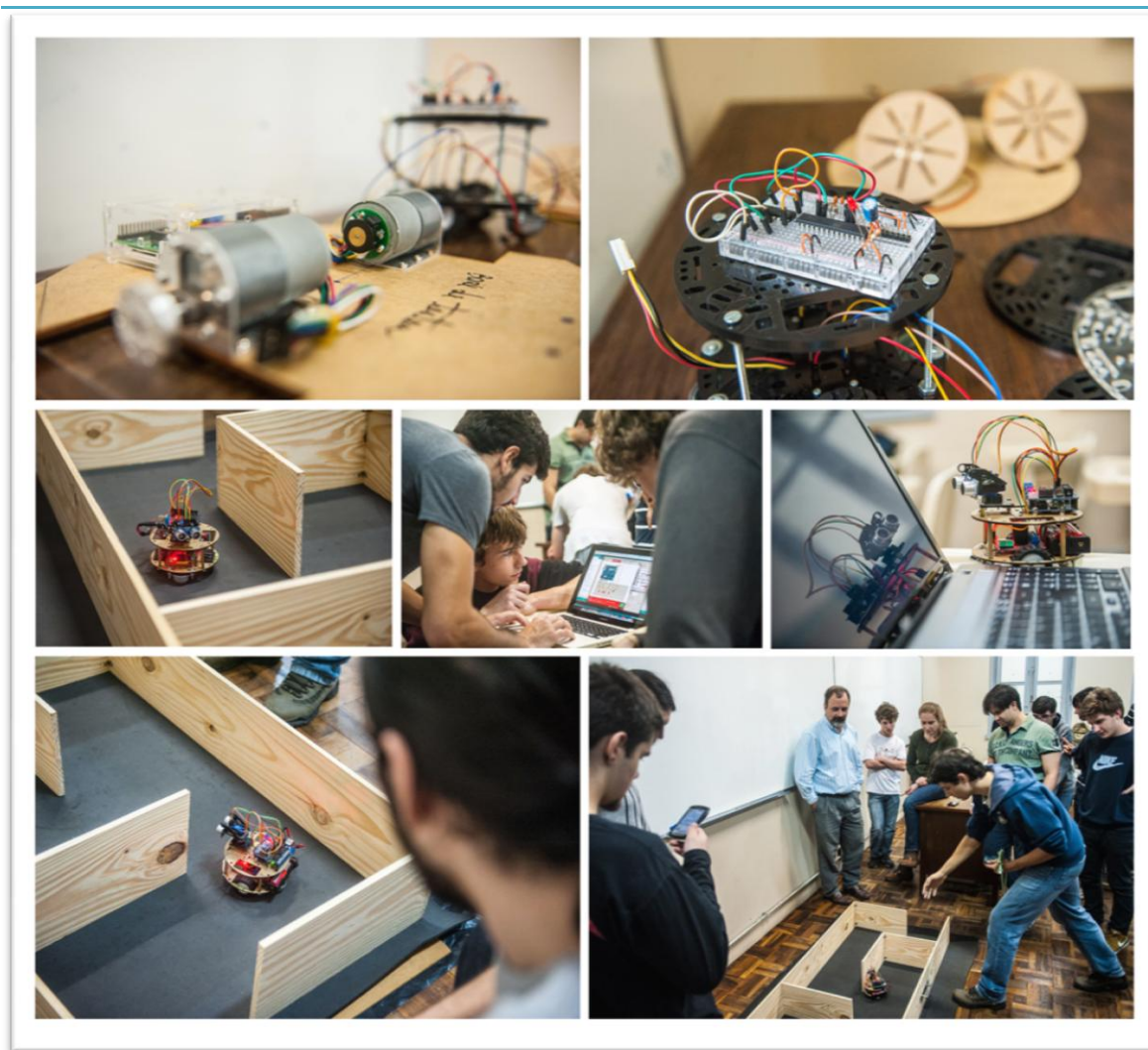


Figura 42. Experiencia de robótica y creatividad en la Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Una experiencia que aúna las disciplinas STEM y el uso de la creatividad a través de la resolución de problemas. El proyecto, desarrollado en la Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Guimarães Jr., Rubio-Tamayo & Henriques, 2014), consiste en el desarrollo de soluciones en las que los alumnos de la rama de ingeniería reflexionan en torno a los procedimientos que permiten la mejora de un dispositivo robótico de bajo costo a partir de la programación de una trayectoria que le permita salir de una encrucijada. La convergencia entre la creatividad, el estudio de la posición, la ingeniería y la búsqueda de la innovación se ponen en relieve en esta experiencia.

## 6.10. Interactividad, HCI y Experiencia de Usuario. Heurística y Normativas de Usabilidad

## 6. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DE LA CUESTIÓN

### 6.10.1. HCI (Human computer interaction) y terminología asociada: UX y UI

El estudio de la interacción humano-computadora (denominado comúnmente HCI) adquiere su importancia en relación a los fenómenos que componen el marco de análisis del presente proyecto de investigación. De esta manera, los fenómenos a partir de los cuales se plantea desde el presente estudio una aproximación teórica, en referencia a la mejora de los procesos de interacción, partiendo de las dinámicas del HCI, son el continuo de la virtualidad, los dispositivos que permiten interactuar con niveles asociados al mismo, tales como la realidad virtual o la realidad aumentada, y el propio concepto de espacio, que dentro de algunas fases del estudio tiene el potencial de puede ser categorizado como *entorno*, el cual compuesto por una serie de componentes entre los cuales se producen interacciones que tienen que ser medidas.

Entre los componentes que interactúan en los entornos estudiados, el cual, tal como se viene explicando, presenta diferentes grados de realidad-virtualidad, con un elevado número de términos intermedios enmarcados dentro del rango de la realidad mixta. Entre los componentes estudiados se encuentran, los agentes/sujetos/usuarios/participantes<sup>137</sup>, los dispositivos electrónicos (que contienen algún tipo de información proveniente del continuo de la virtualidad), objetos físicos, y objetos virtuales (como pueden ser los ya estudiados *digital manipulatives*). También se incorporan términos que se enmarcan dentro de lo conceptual, tales como simulación, información aumentada, interacción, interfaz o experiencia, los cuales van a ser categorizados como parte de las acciones a tener en consideración para mejorar los procesos de HCI

La mejora de tales componentes supone uno de los ámbitos de estudio fundamentales del HCI, lo que incluye, a su vez, la incorporación de términos asociados de manera intrínseca al mismo, tales como experiencia de usuario (UX) e interfaz de usuario (IU), los cuales son objeto de aproximación a lo largo del presente estudio.

El HCI ha sido objeto de estudio y aproximación, a nivel de terminología, en años recientes (Dix, 2009), de modo que los elementos que permiten estudiar las interacciones procedentes de la misma han sido objeto de un proceso de evolución, por una parte, y de integración de nuevos componentes, a medida que también se produce la evolución en el ciclo tecnológico. A raíz de esto, las primeras definiciones del estudio del HCI se refieren al estudio del proceso de interacción entre el individuo y la computadora, lo cual implicaba llevar a cabo una serie de optimizaciones, a lo largo del tiempo, a nivel ergonómico y en el ámbito de la usabilidad. A este nivel, lo que se procura es llevar a cabo la mejora de las interfaces con las que el usuario interactúa para que el proceso de aprendizaje de las mismas sean los más dinámico y versátil

<sup>137</sup> Es decir, toda persona que adquiere un rol determinado dentro del espacio. En el UML LD adquieren la categorización de *roles*.



## 6. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DE LA CUESTIÓN

posible, pero a la vez intuitivo. Los estudios previos relativos al HCI parten fundamentalmente de la noción de computadora como un terminal estático, cuyo proceso de interacción se realiza mediada por las interfaces, que son las que proporcionan el denominado intercambio de información. Estas terminales, que en los estudios previos que se centran en la computadora como dispositivo virtual para la interacción, fueron categorizadas en dos grupos, según el sentido de transmisión de la información. En primer lugar, las terminales de salida de datos han sido frecuentemente la pantalla y los dispositivos de salida de audio, tales como auriculares o altavoces. Por otra parte, los dispositivos de entrada se corresponden, en esta categorización más clásica, con el ratón, el teclado, o el micrófono. No obstante, y como se va a observar posteriormente, la complejidad del contexto de evolución de los dispositivos hace que esta categorización inicial, si bien tiene un punto de partida robusto, cuya vigencia ha sido remarcable durante un periodo específico, quede en parte fuera de contexto. Ello es debido a la incorporación de un nuevo marco de realidades emergentes, que pone el foco en el proceso de evolución y de transformaciones en permanente revisión en relación a fenómenos como el usuario, la tecnología (tanto a nivel de dispositivo como de entorno virtual) y la transformación en la relación del individuo con el espacio, fundamentalmente, aunque incorpora otros fenómenos asociados, como la experiencia, los factores cognitivos, o la computación afectiva, en última instancia.

Tal complejidad de los fenómenos asociados, si bien es cierto que forma parte del marco de estudio en parte la literatura reciente, la cual pone el foco en la temática específica, es preciso abordarlo desde el presente estudio, debido a la relevancia de los fenómenos que son analizados, y a la aproximación, en parte del proceso de análisis, al estudio del ambiente ecológico del mismo. La importancia del espacio en el proceso de interacción se encuentra, a este respecto asociada de manera intrínseca al contexto global del entorno, donde pueden ser observados los usuarios (o agentes, o participantes), los dispositivos de interacción, y los propios objetos (físicos y virtuales). A este respecto, el estudio de las interacciones y del HCI al respecto, si bien adquiere importancia el enfoque en la perspectiva *micro* (es decir, a partir de las observaciones particulares de los individuos con los dispositivos y los objetos tecnológicos), es relevante el enfoque, a su vez, desde las perspectivas *meso* y *macro*. Un enfoque holístico, que recibiría un número relevante de aportes a partir de las observaciones llevadas a cabo en tales perspectivas, permitiría considerar, desde un conjunto de visiones emergentes del HCI, el entorno como un sistema dinámico dentro del cual se encuentran una serie de componentes ya referidos anteriormente: espacio (de lo virtual a lo físico), usuarios/participantes, dispositivos (incluyendo las superficies de interacción) y objetos. De este modo, la evolución de la tecnología y del propio concepto de espacio viene dando lugar a un proceso de transformación de los enfoques relativos al HCI, en los cuales no se pueden entender las interacciones sin el entorno en que se desarrollan y sin los componentes que se encuentran ligados al propio espacio.

La evolución de los estudios en materia de HCI permite, a este respecto, observar una serie de aproximaciones de la literatura científica reciente, así como de la especializada. La transformación que ha propiciado el estudio del HCI en materias como la computación, ha permitido un aceleramiento de las mejor en lo referente al desarrollo de tecnologías, interfaces, dispositivos y componentes de hardware y de software. El proceso de evolución, llevado a cabo de manera exponencial, de tales áreas asociadas a la computación, ha sido por lo tanto relevante gracias a la incorporación del estudio del HCI, lo que ha permitido, en sus primeras fases, un conocimiento más profundo de fenómenos como la ergonomía cognitiva, los factores psicomotrices, la respuesta a los estímulos, o los diferentes niveles recepción de la comunicación, en donde podrían enmarcarse teorías tales como la teoría de la comunicación.

El HCI vista desde la perspectiva emergente planteada en el presente trabajo de investigación, y como se observa a continuación, es objeto de numerosos estudios, se plantea como un fenómeno de convergencia entre varias áreas heterogéneas, que incluyen, la computación o informática, el amplio espectro del diseño multimedia (*interaction design*, diseño gráfico, diseño web, metadiseño, diseño de interfaces, etc.), las ciencias del comportamiento (que abarcan la sociología, la psicología, la ciencia cognitiva, la neurociencia social, la psicobiología, o el análisis dinámico de redes), o las áreas relacionadas con la ingeniería<sup>138</sup>. Las disciplinas artísticas y la creatividad (la observación del HCI desde una perspectiva heurística) también juegan un rol relevante en la configuración del marco conceptual y aplicativo del HCI.

Este fenómeno de convergencia ha permitido, tal como se viene describiendo, aplicaciones del HCI en algunas de las ramas que conforman el marco teórico del presente estudio, con visos orientados a la puesta en práctica. Entre las aplicaciones prácticas observadas en la literatura científica y especializada, del HCI y factores relativos, se encuentran varias. Entre ellas, la aplicación de HCI al área de la robótica, con el fin de implementar un mayor grado de interacción en los robots antropomórficos realistas, permitiendo, a su vez, esquivar factores en la práctica negativos como el valle inquietante (Seyama y Nagayama, 2007, Mori et al., 2012). El HCI también se ha utilizado recientemente en experiencias relativas al desarrollo de interfaces experimentales para incrementar el rendimiento de los procesos creativos grupales (Schmitt et al., 2012), con lo que existe una corriente aproximativa que plantea un marco de aplicabilidad del HCI a la mejora de las técnicas de creatividad mediadas por tecnologías que permiten procesos de interacción, antes inviables. Entre estas técnicas que han sido perfeccionadas gracias al HCI se encuentra, fundamentalmente, el *braisntorming* electrónico, si bien su introducción no es precisamente reciente. El HCI también se conforma como un elemento con un elevado grado de aplicabilidad en el desarrollo y diseño de juegos interactivos y videojuegos (Pérez y Sánchez Coterón,

---

<sup>138</sup> Reforzando la noción del HCI como una disciplina próxima a los planteamientos del STEAM.

2013), planteando estrategias de implementación de interacciones para su configuración, planteamiento, y desarrollo. En relación a la influencia del HCI y el estudio interacción en los procesos colaborativos, mediados por tecnologías, otros estudios plantean una aproximación al grado de influencia que ciertas interfaces (como tabletops) tienen durante el proceso de interacción (Buisine et al., 2012), teniendo presentes los fenómenos que se asocian al espectro creativo. No obstante, los estudios aproximativos a la mejora y optimización de los proyectos a través del uso de tecnologías digitales para la aprovechar el rendimiento de las técnicas de creatividad grupales, proviene de la década anterior (Michinov y Primois, 2005), siendo el proceso de transformación y evolución tecnológica exponencial en los últimos años un agente que ha ejercido un elevado impacto en la relación del individuo con la producción de ideas y con el espacio en el que desarrolla sus actividades para los proyectos.

Entre otros trabajos de la literatura científica reciente, que hacen uso de las aproximaciones teóricas y de las tendencias de implantación de HCI, Grasset et al. (2011) ponen el foco en los aspectos relativos a las técnicas de navegación en los ámbitos de la realidad aumentada y mixta, de modo que el HCI sirva como instrumento de reflexión y desarrollo de estrategias para la interacción con el ámbito del continuo de la virtualidad, a través del estudio de fenómenos como la *simulación* o la *prolongación del espacio a través de la adición de información proveniente de fuentes digitales*. Desde el punto de vista económico y cultural, los estudios de la interacción con el entorno aumentado o virtual también tienen una cierta relevancia, como muestran los trabajos de Castronova en la década anterior al presente trabajo de investigación (2005), donde se plantea el fenómeno de los *mundos sintéticos*. El HCI adquiere también relevancia en la literatura científica que plantea innovaciones tecnológicas en el ámbito académico, en edades tempranas. Si en fases anteriores del presente apartado se había observado el impacto de las interacciones en el ámbito de la creatividad y el desarrollo de ideas en grupo, mediadas por tecnologías, para el desarrollo de proyectos (Schmitt et al., 2012), otros autores (Jackson et al., 2012) plantean la incorporación de tecnologías digitales, enmarcadas dentro del rango del continuo de la virtualidad, que tienen como objetivo ejercer un impacto positivo en el impulso de la creatividad en los contextos escolares en edades tempranas, siendo, no obstante, aplicable a diversos rangos de edad.

El ámbito de la educación presenta un amplio espacio de posibilidades emergentes en un número relevante de áreas, cuando se aborda desde la perspectiva de la implementación de tecnologías digitales, pudiendo ser objeto de virtualización o simulación (a partir de la reproducción de actividades en entornos virtuales seguros, para la práctica de ensayo-error) o a través de la adición de información a los objetos cotidianos a través de la realidad aumentada, de modo que tal información adicional posibilite dinamizar la interacción el objeto, por una parte, y el entorno virtual donde se encuentra alojada la información, por otra. Este proceso de transformación a través de la virtualización, simulación (a través, fundamentalmente, de la realidad virtual) o

prolongación de la información (a través de la realidad aumentada, en este caso), presenta un enorme potencial, tal como se viene explicando, en el ámbito de la innovación en las áreas de la educación y la investigación. Dentro del fenómeno de convergencia del continuo de la virtualidad con la educación, e incorporando el enfoque metodológico que tiene en cuenta los procesos de interacción a través del HCI (planteando, de nuevo, desde este estudio, la importancia del fenómeno del entorno), existen experiencias, dentro del ámbito de la investigación, que plantean la creación de entornos virtuales interactivos en las aulas escolares (Moreno-Ger et al., 2008).

Entre las prácticas experimentales externas al ámbito académico, destaca la proliferación de estudios cuyas actividades se centran en el *interaction design* o diseño de interacciones. Una componente fundamental observada en tales estudios es el fenómeno de convergencia entre el arte y la tecnología, teniendo muy presente la noción de relación de usuario con la tecnología y el entorno, de modo que son incorporadas ciertas nociones y referencia del arte y el diseño (en el amplio espectro descrito con anterioridad) para mejorar la experiencia de los usuarios finales.

Entre los estudios y colectivos que trabajan en esta área, tanto en el ámbito corporativo como a nivel asociativo, se pueden mencionar Playground<sup>139</sup>, cuyo foco de especialización es el aportar un valor añadido a las experiencias ofrecidas al usuario, Seeper<sup>140</sup>, centrada en ofrecer experiencias a través de la fusión del arte con la tecnología. Por otra parte, Bluecadet Interactive<sup>141</sup> utiliza las técnicas de *storytelling* (incorporando los fenómenos narrativos) y los estudios en las áreas del HCI para producir instalaciones y aplicaciones interactivas de carácter dinámico que pueden ser utilizadas por organismos tales como museos, universidades u otras organizaciones. Zigzag<sup>142</sup> también se centra en el diseño de las propias experiencias para el usuario enfocada a la estrategia de desarrollo y perfeccionamiento de productos cuyo proceso de interacción se produzca de una manera más natural con el propio usuario. Craft Design<sup>143</sup> se centra, igualmente, en el diseño y la producción de experiencias en el espacio virtual, y Fuzzy Math<sup>144</sup> tiene una línea de trabajo más próxima, para el diseño de experiencias de usuario, a la investigación llevada a cabo en los laboratorios, incluyendo la creación colaborativa, el prototipado, y la validación.

El *interaction design* también encuentra un contexto de experimentación a través de los fenómenos comunicación natural e intuitiva, basada en la exploración de propio entorno, de ahí la importancia de considerarlo como un conjunto o un compendio de factores y elementos a priori indisolubles. Los trabajos del colectivo Multitouch

<sup>139</sup> <http://playgroundinc.com/>. Recuperado en 2014-12-27

<sup>140</sup> <http://seeper.com/> Recuperado en 2014-12-27

<sup>141</sup> <http://www.bluecadet.com/> Recuperado en 2014-12-27

<sup>142</sup> <http://www.zigzag.is/> Recuperado en 2014-12-27

<sup>143</sup> <http://www.buildwithcraft.co/> Recuperado en 2014-12-27

<sup>144</sup> <http://fuzzymath.com/> Recuperado en 2014-12-27

## 6. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DE LA CUESTIÓN

Barcelona<sup>145</sup> en torno al interaction design y la experiencia de usuario (UX) se mueven fundamentalmente en esta línea, trabajando en fundamentos experimentales que persiguen alcanzar el de desarrollo de escenarios, basados en una convergencia entre arte, tecnología y espacio, que permitan avanzar en tal proceso de interacción intuitiva. Otro de los aspectos fundamentales de los entornos diseñados por tal colectivo es la concepción creativa del propio entorno, proyectándose, por tanto, una interacción dinámica entre el entorno y el usuario, y teniendo en cuenta, de nuevo, la relevancia del propio entorno/espacio en el cual se desarrolla tal proceso de interacción. El proceso de interacción es, por otra parte, multisensorial, teniendo una fuerte presencia el sentido del tacto e incorporando las nociones fundamentadas en la ergonomía para llevar a cabo tal proceso de interacción.



---

<sup>145</sup> <http://www.multitouch-barcelona.com/> Recuperado en 2014-12-27.



Figura 43. Experiencia de interaction design por parte de Multitouch Barcelona.

El colectivo Multitouch Barcelona es un grupo de interaction design que explora en torno a las posibilidades de interacción entre el individuo y la interfaz, incorporando los conceptos de tecnología y espacio. El colectivo incorpora la dimensión cognitiva y sensitiva dentro de los proyectos que lleva a cabo, de modo que se persigue, de este modo, una interacción intuitiva y natural, no solamente con el dispositivo (de naturaleza heterogénea), sino también con el entorno, otorgando una especial relevancia al espacio donde se desarrollan las actividades.

Recuperado en 2013-03-10 de <http://multitouch-barcelona.com>

La aproximación a estas experiencias y la aplicación de la noción del HCI a los ámbitos de la experimentación, la investigación, y la educación, da lugar a una serie de escenarios en los cuales se plantea un proceso de reflexión en torno al potencial que ofrecen las tecnologías asociadas al continuo de la virtualidad, donde la evolución de los dispositivos y la capacidad de inmersión en el espacio posibilitaría evolucionar a su vez la configuración aproximativa de las interacciones.

El estudio del HCI, desde el conjunto de disciplinas que ponen el foco en un fenómeno revestido de un elevado grado de complejidad (como es la propia interacción), se plantea, desde el presente proyecto de investigación, como un elemento conceptual que plantea una serie de aproximaciones a otras áreas de estudio, ayudando a configurar un marco más global, que incorpore las diferentes aproximaciones abordadas en el marco teórico y a su vez la información obtenida a partir de los datos dentro del proceso de análisis.

El planteamiento que se realiza en el presente trabajo de investigación, que viene siendo reflejado en la literatura científica reciente, tal como se ha observado, y que obtiene parte de sus fundamentos del HCI, es la observación del proceso de interacción como un fenómeno más amplio, en también adquiere una especial relevancia el espacio. A partir de ello, el entorno se configura como un conjunto de elementos que interactúan entre sí, donde en no pocas ocasiones se hace difícil disociar la interacción entre el usuario y el dispositivo electrónico, sin tener en cuenta el espacio físico en el que se produce y el espacio virtual al que se accede, además de los objetos (físicos y virtuales). Esta serie de eventos vienen siendo proyectados desde que a mediados de los años 90 estudios proponían la interacción aumentada por procedimientos computacionales con entornos enmarcados dentro del contexto del espacio físico (Rekimoto y Nagao, 1995), planteándose, además, conceptos tales como el de *computación ubicua*.

Además, el surpaso de los límites de lo que hoy es concebido como dispositivo interactivo, dibuja un escenario en el que el usuario no interactúa de manera bidireccional con un dispositivo tecnológico determinado que le permite acceder a un espacio virtual estático, sino que se encuentra inmerso en un proceso de interacción multidireccional en el que entran en juego el conjunto de componentes referidos (espacio, dispositivos, objetos), siendo necesaria una ampliación categórica del término, tal como *human-world interaction*, interacción persona-mundo o HWI, donde entra en juego tal convergencia de disciplinas, pero con el foco puesto en una perspectiva macro. Esta perspectiva, relativa al HWI, posibilitaría el estudio de los fenómenos que conforman el marco de análisis, de manera holística, teniendo en cuenta el conjunto de componentes que se encuentran inmersos en un complejo sistema de interacciones multidireccionales<sup>146</sup>.

---

<sup>146</sup> Se tiene a su vez, en consideración, las aportaciones que puede realizar una aproximación desde el marco de las disciplinas STEAM al fenómeno de la interacción. Si anteriormente se ha hecho referencia al fenómeno del *interaction design*, cabe destacar que en los proyectos observados se encuentra muy presente la componente que parte desde una perspectiva relativa al área de las artes. De ahí radica la importancia de incorporar perfiles interdisciplinares en los procesos de diseño de experiencia de usuario (UX), desde el área tecnológica hasta las ciencias cognitivas, pasando por las áreas del diseño (en sus vertientes multimedia, de interacciones, web o de experiencias) la comunicación y la narrativa de historias para la configuración de tales experiencias.

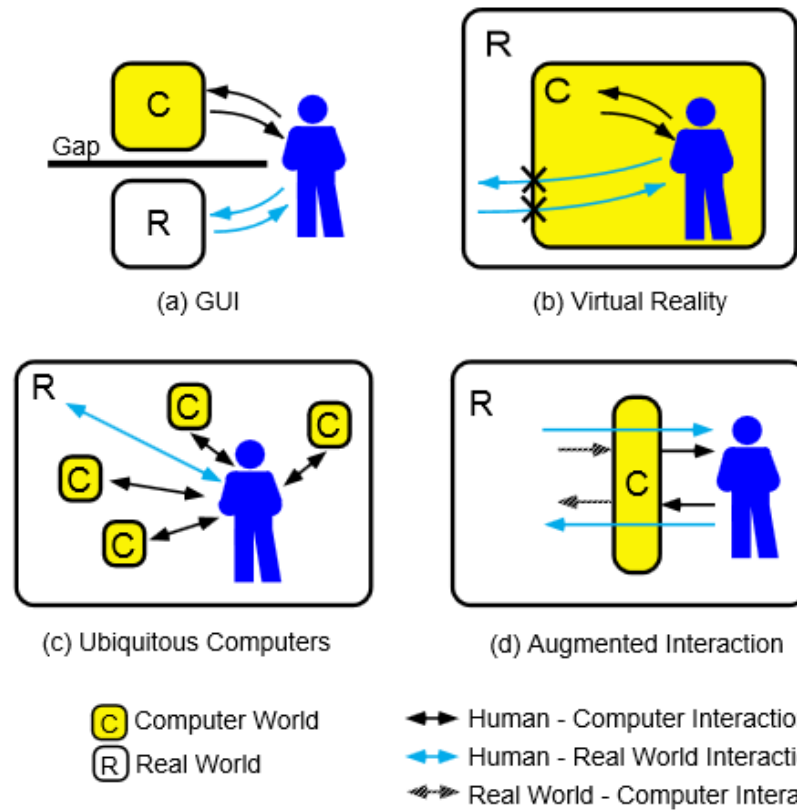


Figura 44. Estilos de HCI entre el mundo real y el mundo virtual: interfaz gráfica de usuario (GUI), realidad virtual, computación ubicua e interacción aumentada.

Esquema comparativo de los estilos de HCI propuesto por Rekimoto y Nagao (1995), en el que se observan los diferentes marcos de interacción entre el mundo virtual, el espacio físico y el usuario. Tal esquema, si bien es planteado en estudios en fases tempranas del HCI (ya que data de los años 90), proyecta la importancia de tener en cuenta el espacio en el cual se desarrolla la interacción.

### 6.10.2. Aproximación a las heurísticas de usabilidad en espacios digitales Interactivos

La usabilidad de los sistemas interactivos (incluyendo aquellos que son aplicados a las plataformas virtuales) conforma un objeto de estudio emergente que pone de relieve relación entre cuestiones como la experiencia de usuario (UX) o las interacciones que se producen entre el usuario y el sistema (HCI) o entre usuarios, con la mediación de un sistema (HHI). Desde los años 90 del siglo XX, hay varios autores que comienzan a definir las reglas de usabilidad de los sistemas interactivos digitales, en una aproximación al diseño de estructura que permitan hacer las interacciones más fáciles e intuitivas. Nielsen (1999) y Nielsen y Tahir (2001), entre otros autores, llevan definiendo una serie de reglas y recomendaciones heurísticas para ser aplicadas en los entornos virtuales interactivos (siendo, en su origen, definidas fundamentalmente para



los sitios y plataformas web, y que poseen un determinado grado de interactividad). Para definir estas reglas de usabilidad, fueron identificados y estudiados 249 problemas de usabilidad en los sites interactivos, (Nielsen, 1999), permitiendo a su vez, a posteriori, agrupar esos problemas de usabilidad en la configuración de diez reglas de carácter general que lleven a una mejora y optimización de la usabilidad y la capacidad de interacción de los sistemas interactivos y los entornos virtuales.

Los sistemas y estructuras descritos por Nielsen (1999) parten del contexto interactivo procedente de un sitio de internet, en donde el usuario lo que busca fundamentalmente es acceder del modo más intuitivo posible, a la información que pueda encontrarse disponible. El acceso a la información y la interacción con la misma se configura, de este modo, como un elemento fundamental en el contexto relativo al desarrollo y concepción de entornos virtuales, y es donde las reglas heurísticas de usabilidad encuentran fundamentalmente su foco. Los entornos virtuales interactivos que pueden ser observados a día de hoy en las redes, poseen, no obstante, una naturaleza heterogénea. Si bien es cierto que los niveles de interacción de los entornos virtuales son, en el contexto presente, exponencialmente más elevados que en el momento en que fueron planteadas aproximaciones para la resolución de los problemas de usabilidad referidos, la vigencia de una necesidad de aplicación y proceso de mejora de tales reglas heurísticas de usabilidad se muestra evidente. Los objetivos y naturaleza propia de los espacios interactivos presentan, tal como se viene refiriendo, un carácter heterogéneo, de modo que una gran parte de los entornos interactivos en el espacio virtual no presentan el acceso a la información como aspecto esencial (como es el caso de los videojuegos o el propio net.art), si bien es fundamental el planteamiento de los factores de usabilidad relativos a las interacciones que se producen con el entorno virtual referido.

El estudio de los niveles a los que se producen los procesos de interacción entre el usuario y la máquina y/o el sistema viene siendo objeto de estudio en una parte de la literatura científica relacionada con la temática, tal como viene siendo reflejado en el presente trabajo de investigación. A este respecto, los niveles a los que se vienen produciendo las interacciones reflejan la incorporación de contextos disciplinares que integran factores como la arquitectura web, el diseño, la computación, y la ergonomía. Ello permite poner el foco de atención en una serie de reglas desarrolladas para la mejora y optimización de sistemas interactivos alojados en entornos virtuales (Nielsen, 1999)<sup>147</sup>, y cuya extrapolación a otros espectros del continuo de la virtualidad tiene un punto de partida compacto, con una base fundamentada en las mismas, aunque incorporando variantes, lo que sin duda supone un marco de estudio emergente.

---

<sup>147</sup> Nielsen ya define las reglas heurísticas en su blog en el año 1995. Recuperado de <http://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/> en 2014-11-12

Las reglas heurísticas de usabilidad definidas por Nielsen para los sistemas interactivos alojados en espacios virtuales, que parten a su vez, además, de la base fundamental del diseño y la arquitectura web) son:

- *Visibilidad de estado del sistema:* El sistema tiene que informar al usuario que interactúa con el mismo del estado en el que se encuentra, aportando una información que sea fácil de interpretar y su vez aporte de manera constante el feedback al usuario.
- *Relación entre el sistema y el espacio físico:* El sistema tiene que incorporar, en la medida en que sus limitaciones se lo permitan, convenciones que se fundamenten en el mundo real y el espacio físico. De este modo, los flujos de información tienen que ser mostrados en secuencias naturales y lógicas, siendo a su vez la interacción con el sistema producida a través de una secuencia de procedimientos lo más intuitiva posible.
- *Percepción del usuario de libertad y de control en el uso del sistema:* El usuario debe poseer una serie de directrices sencillas que le permitan navegar en el sistema con libertad, pudiendo rectificar los errores que pueda cometer o salir del sistema en el momento en que desee en la menor serie de pasos posibles.
- *Estandarización y consistencia del propio sistema:* El sistema debe de poseer una serie de convenciones y unificación del lenguaje que permita una interacción más natural entre el usuario y el sistema.
- *Desarrollo de estrategias efectivas para la prevención de errores:* el sistema debe prevenir que el usuario pueda incurrir en errores, debiendo tener un diseño cuidadosamente estructurado que incorpore los pasos necesarios que ayuden a evitar tal incurrencia en el error. En el caso de que el usuario cometa un error, el sistema tiene que informarle de las causas por las que se ha producido el error, y de los procedimientos necesarios para solventar tal error.
- *Reconocimiento de los objetos integrados en el sistema por parte del usuario:* El usuario tiene que reconocer fácilmente la simbología y la representación de elementos y objetos que componen el sistema de modo que a su vez el esfuerzo de memorización del usuario sea minimizado.
- *Flexibilidad y eficiencia en el uso del sistema:* El sistema debe de ser eficiente a todos los niveles de experiencia del usuario, tanto para el usuario familiarizado con el sistema como con aquel usuario que se acaba de incorporar al uso del sistema. Es por ello que el sistema debe disponer, a su vez, de opciones avanzadas, atajos, y acciones recurrentes.
- *Uso de una estética y un diseño minimalistas:* El sistema debe evitar mostrar, en la medida de los posible, información que sea irrelevante. Por otra parte, el diseño del contexto global del propio sistema tiene que ser sencillo, y los elementos que conforman el sistema tienen que ser visibles y fácilmente accesibles.

## 6. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DE LA CUESTIÓN

- *Ayuda a los usuarios a reconocer, diagnosticar, y corregir los errores:* El usuario que interactúa con el sistema tiene que disponer de la información necesaria, en el caso de que pueda cometer un error dentro del propio sistema, para poder reconocer el problema, ofreciéndole una visión constructiva de las diferentes posibles soluciones que le lleven a subsanar el error.
- *Disponibilidad de documentación e información que sea susceptible de ayudar y asistir al usuario a utilizar el sistema interactivo:* El usuario debe de disponer un documento suplementario de ayuda y asistencia incluso en el caso óptimo de que el sistema sea fácil de utilizar. El documento referido tiene que tener una serie de características que permitan al usuario acceder a él de manera sencilla, donde el contenido sea simplificado al máximo y tenga el foco puesto en la ejecución de las tareas implícitas al sistema.

La aplicación de la totalidad o una parte notable de estos principios, en su origen desarrollados para las mejora de los sitios y páginas web, en los años 90, constituye una parte esencial a la hora de concebir sistemas que se fundamentan en algunos de los niveles que conforman el continuo de la virtualidad. De este modo, las heurísticas de usabilidad para los sistemas interactivos constituyen una parte fundamental del desarrollo de sistemas de realidad virtual, videojuegos, realidad mixta (incluyendo la realidad aumentada), aplicaciones, e incluso instalaciones artísticas basadas en las tecnologías virtuales<sup>148</sup> y con una fuerte componente interactiva. Si bien es cierto que los procedimientos y las mecánicas de concepción y desarrollo de espacios interactivos en entornos virtuales, posee la naturaleza heterogénea que viene siendo descrita en el presente apartado, la incorporación de las heurísticas de usabilidad a sistemas para los que en origen no fueron concebidos, o simplemente no existían a mediados de los años 90 del siglo XX en la manera en que son concebidas en la segunda década del siglo XXI, también se pone de relevancia la notable influencia que ha ejercido la estructuración de las problemáticas relativas al uso de sistemas interactivos, incluso si el punto de partida es la web. En este sentido, la mayoría de sistemas interactivos que poseen algún grado de virtualidad (incluso la concepción de objetos físicos que nos lleva a fenómenos tales como el internet de las cosas) fundamentan su funcionamiento y capacidad de interacción con los usuarios en la adopción y adaptación de las heurísticas de usabilidad, lo que ha dado lugar posteriormente al desarrollo, optimización y convergencia del conjunto de factores que conforman la experiencia de usuario (UX): *diseño de interacciones, arquitectura de la información, usabilidad,*

---

<sup>148</sup> Ya se hace referencia en el presente documento a proyectos de la relevancia de *Eyewriter*, que a través de una perspectiva artística permite incorporar aplicaciones para la mejora de la calidad de vida de los usuarios. En este caso, ya que el sistema está diseñado para pacientes de ELA, y cuya interacción se produce mediante movimiento ocular, la incorporación de fundamentos basados en las heurísticas de usabilidad es esencial en este tipo de sistemas, siempre teniendo en cuenta las particularidades del propio sistema: por una parte, las limitaciones que posee una interacción basada casi exclusivamente en el movimiento ocular, y por otro, la componente creativa que posee el propio sistema.

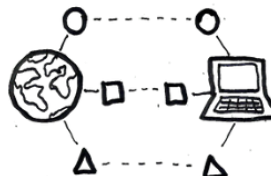
percepción de utilidad, percepción de facilidad de uso, o factores asociados a los contenidos, entre otros.

## Ten Usability Heuristics by Jakob Nielsen



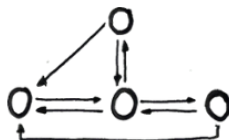
### Visibility of system status

Give the users appropriate feedback about what is going on.



### Match between system and the real world

Use real-world words, concepts and conventions familiar to the users in a natural and logical order.



### User control and freedom

Support undo, redo and exit points to help users leave an unwanted state caused by mistakes.



### Error prevention

Prevent problems from occurring; eliminate error-prone conditions or check for them before users commit to the action.



### Aesthetic and minimalist design

Don't show irrelevant or rarely needed information since every extra elements diminishes the relevance of the others.



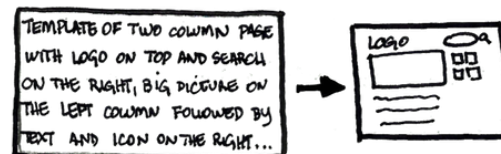
### Consistency and standards

Follow platform conventions through consistent words, situations and actions.



### Flexibility and efficiency of use

Make the system efficient for different experience levels through shortcuts, advanced tools and frequent actions.



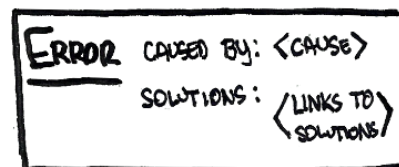
### Recognition rather than recall

Make objects, actions, and options visible at the appropriate time to minimize users' memory load and facilitate decisions.



### Help and documentation

Make necessary help and documentation easy to find and search, focused



### Help users recognize, diagnose, and recover from errors

Express error messages in plain language (no codes) to indicate the problem and suggest solutions.

Figura 45. Esquema visual que ilustra las 10 reglas heurísticas de usabilidad para el desarrollo, concepción, y diseño de sistemas interactivos en espacios virtuales.

Recuperado en 2014-12-10 de <http://xd-i.com/blog/10-usability-heuristics-of-rolf-molich-jakob-nielsen/>

### 6.10.3. La normativa ISO 9241-210: 2010

La norma ISO<sup>149</sup> 9241-210:2010 conforma la parte relativa al human-centered design y los factores ergonómicos de la interacción entre los sistemas y las personas (*human-computer interaction* o *HCI*), a través del ciclo de vida completo de los sistemas interactivos. La normativa ISO 9241-210: 2010 abarca los aspectos relativos a los componentes de hardware y al software que conforman los sistemas interactivos, con el fin de producir procesos de mejora y optimización en la interacción entre los sistemas y los usuarios.

La normativa ISO 9241-210: 2010 hace una serie de recomendaciones para el desarrollo de sistemas interactivos que incorporan los factores, tal como se viene observando, del diseño centrado en el usuario (*human-centered design*) y de la interacción entre usuarios y sistemas o interacción humano-computadora (*HCI*), teniendo en consideración que los niveles de complejidad de los sistemas interactivos basados en la computación y los entornos virtuales son sumamente variables. Entre los aspectos fundamentales que conforman la normativa ISO se encuentran los factores que se asocian implícitamente a los contextos ergonómicos a través de los cuales son desarrollados tales sistemas interactivos. El estudio de los factores humanos y la comprensión de las interacciones que se producen entre los propios humanos, para después ser incorporados al estudio de la interacción con los sistemas interactivos y desarrollados en entornos virtuales, se conforma como una parte fundamental relativa a la comprensión de los factores asociados al diseño optimizado de sistemas, permitiendo que aquellos que conforman alguno de los estratos relativos al continuo de la virtualidad (realidad virtual, realidad mixta, realidad aumentada, espacio físico) presenten un diseño optimizado que les permita interactuar con el propio entorno de un modo intuitivo. Ello incorporaría el diseño de los objetos (incluyendo el factor ergonómico de los objetos que conforman el espacio físico), los personajes, los escenarios, las narrativas y las mecánicas de desarrollo de la interacción, pudiéndose observar un fenómeno de convergencia con elementos como los videojuegos o los serious games.

La normativa ISO 9241-210: 2010 incorpora una serie de términos que son utilizados en el contexto de estandarización de los sistemas a la propia normativa, de modo que esos factores puedan ser objeto de desarrollo de estrategias para llevar a cabo una optimización de la estandarización del propio sistema, que le posibilite una interacción óptima con el usuario desde el punto de vista del diseño y los factores ergonómicos<sup>150</sup>. La normativa incorpora por tanto un conjunto de conceptos que sirven para la comprensión global de los sistemas interactivos, incluyendo aquellos que poseen un carácter fundamentalmente virtual, y que son: *accesibilidad*, *contexto de uso*, *efectividad*, *eficiencia*, *ergonomía*, *objetivos*, *diseño centrado en el usuario* (*human-centered design*), *prototipo*, *satisfacción del usuario*, *stakeholder* (*público interesado y/u*

<sup>149</sup> International Organization of Standardization

<sup>150</sup> [SOURCE: ISO 6385:2004]

*objetivo), tareas, usabilidad, usuario, experiencia de usuario (user experience - UX), interfaz de usuario (user interface - UI), validación y verificación.*

El conocimiento de esta serie de factores pone en relieve las herramientas de las que disponen agentes tales como un diseñador o un desarrollador para concebir un sistema o las interacciones que se encuentran implicadas en el mismo, dando lugar al desarrollo de sistemas que compartan una serie de características, como que sean usables, accesibles, y posibiliten una experiencia de usuario óptima en la medida de lo posible. A su vez, los conceptos enumerados poseen un carácter multidisciplinar que da lugar a la necesidad de evaluación por parte de los expertos en las diferentes disciplinas implicadas, como son: interaction design, human-centered design, desarrolladores de software, diseñadores (gráficos, web, etc.), expertos en ergonomía, e incluso por los propios usuarios, posibilitando la incorporación de mejoras y la evolución de los estándares en los que se fundamentan los sistemas interactivos.

Los cambios que fueron introducidos dentro de la normativa ISO 9241-210: 2010, en relación a la normativa anterior ISO 13407:1999 son, fundamentalmente, la clarificación del rol de la iteración a lo largo del proceso de desarrollo del producto, la explicación de las actividades de diseño, el énfasis en el uso de métodos centrados en el usuario durante el ciclo de vida completo de la tecnología, y la propia comprensión del *human-centered design*.

La normativa ISO 9241-210: 2010 hace a su vez énfasis en una serie de aspectos relativos al uso de la tecnología, aspectos que precisan ser tenidos en cuenta a la hora de desarrollar sistemas interactivos fundamentados en entornos virtuales y computacionales. Estos elementos constituyen, entre otros, la guía de las tareas desarrolladas dentro del sistema, el diseño del entorno (virtual) en el cual se desarrollan las actividades, los requerimientos relativos a la posición del cuerpo del usuario, el modo en que la información es presentada, los diálogos de los que se constituyen los comandos y las acciones, los diálogos que permiten utilizar de modo directo los elementos del sistema, la disposición de los elementos interactivos del sistema y los modos en que se interactúa con ellos, y las especificaciones de los elementos físicos que permiten interactuar con el propio sistema, que forma parte del contexto global de la interfaz con la que interactúa el usuario.

## 6. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DE LA CUESTIÓN

## 6.11. Continuo de la Virtualidad: Proyección y Contexto



## 6. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DE LA CUESTIÓN

### 6.11.1. Realidad aumentada: Contexto, proyección y perspectivas

El presente escenario, en el cual se proyectan las diferentes manifestaciones, relativas, en este caso, al uso de la realidad aumentada, presenta una cantidad importante de aplicaciones del uso de la tecnología referida, que muestra, además, una tendencia in crescendo de los ámbitos en los cuales se presenta, desde el educativo al científico, pasando por las aplicaciones artísticas o enmarcadas en el ámbito de la comunicación. De este modo, en el actual apartado se exponen los diferentes medios y manifestaciones en que se viene aplicando la AR, incluyendo, a su vez, exponentes que revelen una aproximación al estado del fenómeno en el contexto analizado, y una proyección en lo referente a posibles aplicaciones. Si bien las dimensiones de las áreas de aplicación de la AR vienen creciendo exponencialmente en los últimos años (ver gráfico presentado a continuación), el enfoque al fenómeno de la realidad aumentada, desde las diferentes áreas de estudio que se enmarcan en el marco teórico actual, permite realizar un esbozo que ayuda a comprender la relevancia del fenómeno, proyectando, a su vez, la descripción de los enfoques realizados por la literatura científica, y, en última instancia, las aplicaciones de la tecnología del continuo de la virtualidad por parte de ámbitos tales como la industria o la educación.

La AR, si bien en el presente estudio se describe como un fenómeno cuyas primeras aproximaciones teóricas datan de los años 80 y 90, la naturaleza ubicua de los dispositivos actuales revela un crecimiento importante del fenómeno a partir de, fundamentalmente, la segunda década del siglo XXI, sobre todo en el ámbito de las aplicaciones prácticas, entre las que se encuentra la medicina<sup>151</sup>, el arte<sup>152</sup>, la educación<sup>153</sup>, el diseño industrial, el desarrollo de juegos interactivos (incluyendo los juegos pervasivos), el apoyo para el desarrollo de tareas, la navegación y la orientación en el espacio, el ocio, la reconstrucción del patrimonio artístico y cultural (y su proyección turística), o la traducción a través de aplicaciones que permiten interpretar el lenguaje y los signos<sup>154</sup>. En el ámbito concreto de la educación (sobre todo potenciando su carácter exploratorio), se han desarrollado experiencias de especial interés mediante la inclusión de *marcas*, es decir, la incorporación de señales físicas que son reconocidas fácilmente por el dispositivo de detección (normalmente un smartphone), mediante tecnologías de reconocimiento de imágenes. Una vez el dispositivo lleva a cabo el reconocimiento de dicha marca, se permite acceder a una serie de contenidos didácticos mediante tal dispositivo, con el que los estudiantes pueden interactuar fácilmente.

---

<sup>151</sup> Donde las aplicaciones se centran fundamentalmente en la imagen para el diagnóstico médico, tales como la ecografía o la tomografía axial computarizada (TAC).

<sup>152</sup> Con fenómenos como el eyetracking para la composición de obras a partir del seguimiento del movimiento ocular.

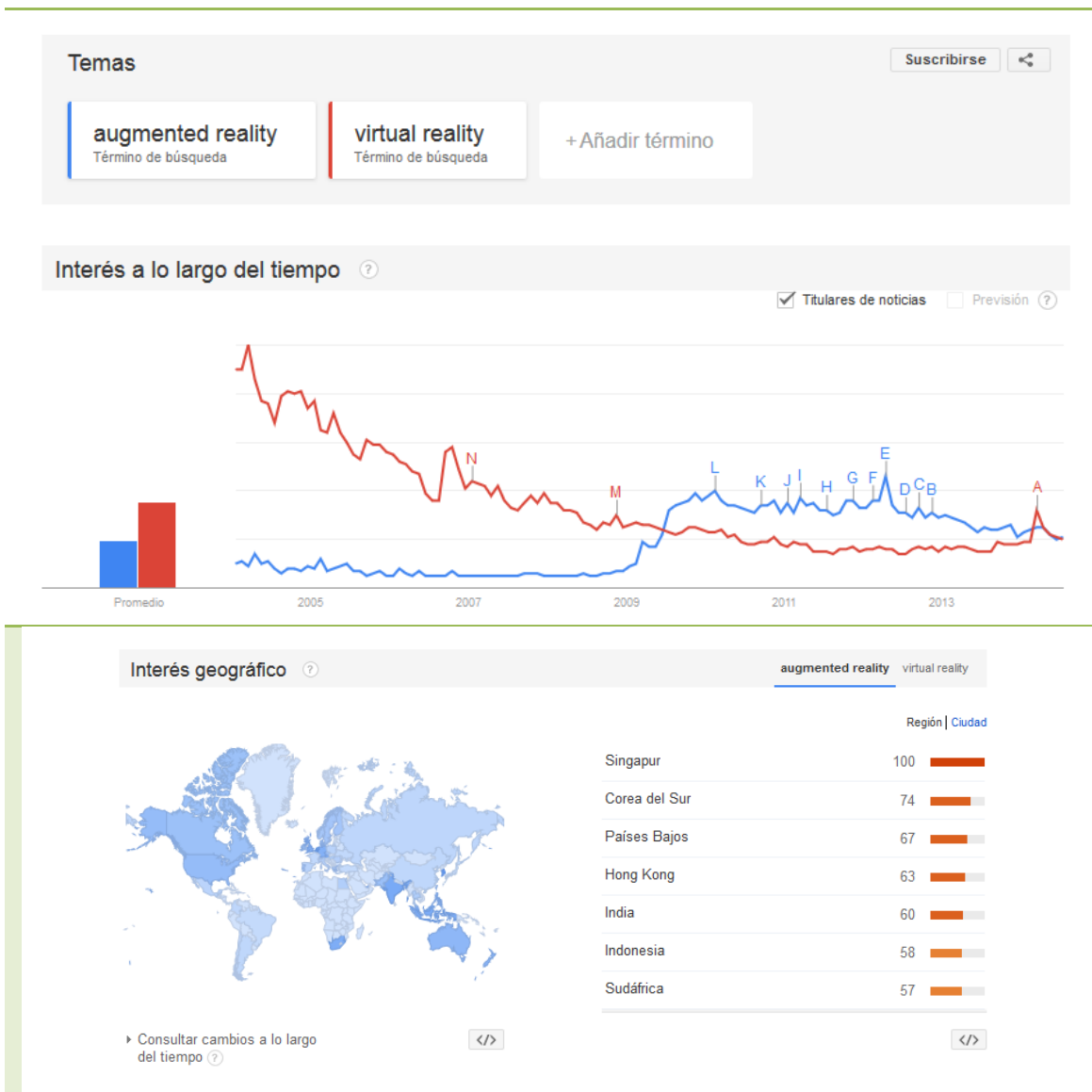
<sup>153</sup> Con el uso de marcadores para el descubrimiento de información a través de la interacción con el medio.

<sup>154</sup> Ver, más adelante, la aplicación *Word Lens*.

## 6. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DE LA CUESTIÓN

La realidad aumentada es, no obstante, un fenómeno que ha sido objeto de interés creciente en la prensa y las publicaciones relacionadas con la tecnología, fundamentalmente a partir de la segunda década del siglo XXI. Este fenómeno se explica, en una parte fundamental, debido al propio carácter ubicuo de los dispositivos de incorporación reciente al mercado (fundamentalmente *smartphones* y *tablets*), que han potenciado la interacción en tiempo real con el espacio físico para integrar capas de información y diseñar experiencias en las que se superpongan elementos procedentes del espacio virtual con el propio mundo real.

Los gráficos que reflejan el interés creciente en materia de realidad aumentada a partir de la segunda década del S. XXI, así como su distribución geográfica y su relación con otros contextos, son mostrados a continuación.



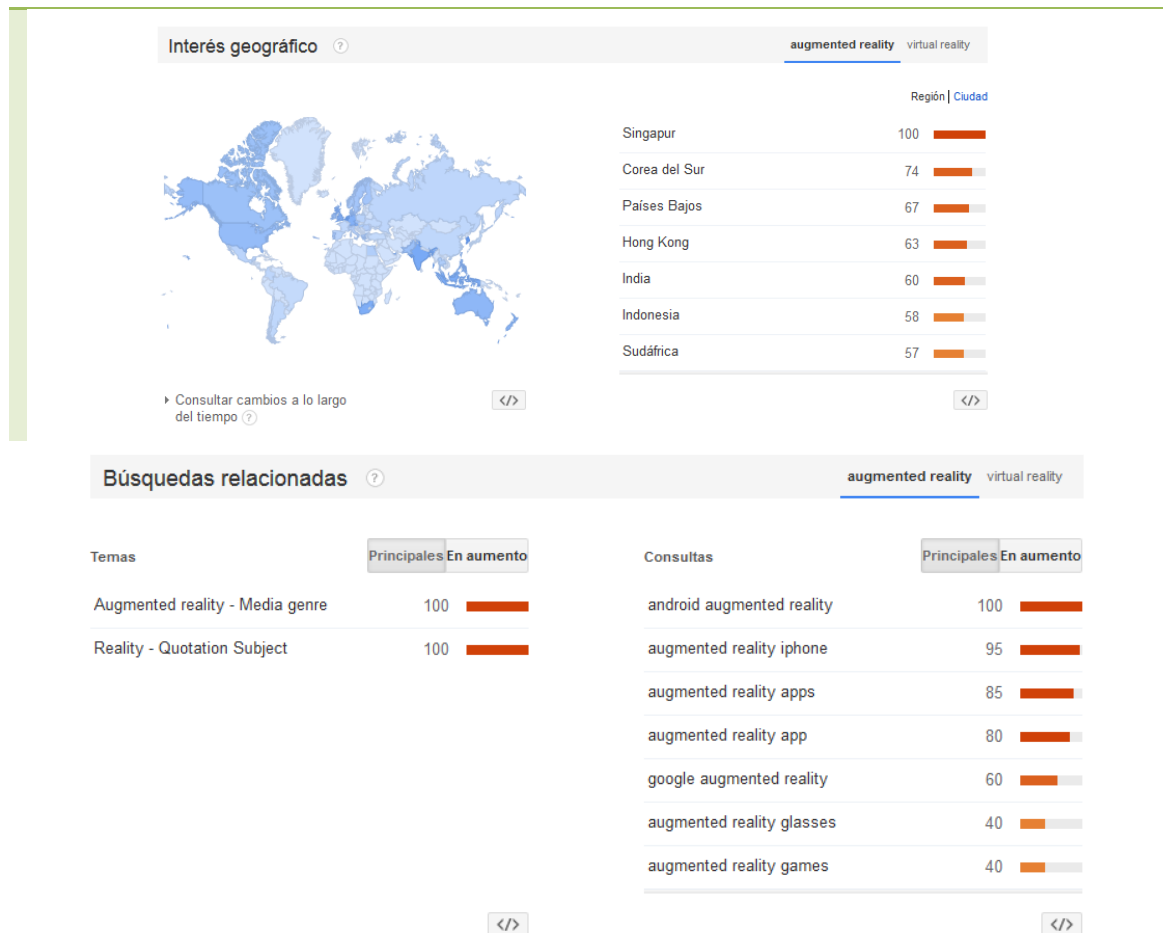


Figura 46. Conjunto de gráficos de Google Trends que muestran las tendencias de búsqueda, en los últimos años, de los términos relacionados con la realidad virtual y aumentada.

**Imágenes.** Gráficos de tendencia en Google que muestran el interés en la búsqueda del fenómeno de la realidad aumentada (en el primer gráfico mostrado, en comparación con la realidad virtual). Tal como se observa, el interés en el término en las noticias aparecidas en el buscador, si bien marcan una línea continua a lo largo de los años precedentes a 2009 (irrelevante si se compara con el impacto de la realidad virtual, no obstante), a partir de finales de tal año se produce una ruptura con la tendencia, incrementándose notablemente el interés generado por el fenómeno, debido, en gran parte, al desarrollo de la tecnología que facilita la creación de escenarios con información aumentada (siendo uno de los principales exponentes de la realidad aumentada, la ubicuidad).

En los siguientes gráficos se puede observar la distribución geográfica del interés que suscita el fenómeno, siendo Singapur, Corea del Sur, los Países Bajos, Hong Kong e India, los ámbitos geográficos donde mayor impacto suscita el interés por el fenómeno. En el cuarto gráfico, se observa la terminología relacionada en las búsquedas, pudiéndose observar los fenómenos que se encuentran directamente asociados al término de la AR. Así, aparecen, fundamentalmente, en primera instancia, los sistemas operativos de los dispositivos que tienen el potencial de ofrecer acceso a la realidad aumentada. De este modo, se revela, junto a otros componentes, la importancia del dispositivo móvil para el acceso a información de carácter aumentado. Esto revela, de

nuevo, la importancia del desarrollo de dispositivos ubicuos para el crecimiento del fenómeno de la AR, ya que el espacio físico se configura como el punto de acceso, en numerosas ocasiones, al espacio de información enmarcado dentro del ámbito aumentado.

Recuperado en 2014-07-27 de <http://www.google.es/trends/>

Las experiencias de realidad aumentada reflejadas por la literatura científica, y que por lo tanto incorporan una dimensión fundamentada en la investigación y en la experimentación, abordan un elevado rango de distribución que abarca de áreas heterogéneas del conocimiento y/o de las aplicaciones industriales. Si bien, a lo largo del presente documento, los ejemplos en la literatura científica, en lo referente a la AR, son recurrentes, en este apartado específico se ponen de manifiesto para ilustrar, precisamente, la relación entre la investigación y las innovaciones que aparecen en prensa especializada o publicaciones digitales, configurando de este modo un mapa más global del estado actual de la tecnología y su relación con otras áreas del conocimiento.

En el presente estudio ya se han referenciado las experiencias del entorno urbano usando realidad aumentada, llevadas a cabo por Liarokapis et al. (2007), así como el diseño y la aproximación al desarrollo de entornos interactivos de aprendizaje usando realidad virtual y aumentada Wojciechowski y Cellary (2010). Cabe repasar también los trabajos recientes de Luckin y Fraser (2011), que realizan una aproximación del uso de la realidad aumentada en dos escenarios que poseen un enorme potencial educativo, como son el entorno escolar y el domicilio. Siguiendo en la línea de aplicaciones de la tecnología al ámbito educativo, viene siendo citado el trabajo de Pérez-López y Contero (2013), en la que plantean el desarrollo de materiales educativos en una aplicación de realidad aumentada desarrollada ex profeso para dicho ámbito, y donde se encuentran presentes los factores que ayudan a comprender el incremento de la motivación y el desempeño académico a partir de la implementación de dicha tecnología.

Dentro de las aplicaciones de realidad aumentada a entornos virtuales, tales como los espacios web, Hsu y Shiau (2013) plantean el diseño de escenarios, normalmente adaptados al contexto de los espacios virtuales, al cambio en la usabilidad que proyecta la migración a un dispositivo de realidad aumentada, donde la estructura del contenido y los niveles de interacción difieren.

El ámbito específico de la exploración del espacio, a través de los contenidos insertados en el mismo, viene siendo objeto de estudio por parte de autores como Grasset et al. (2011), que abordan la noción de la geo-localización, a través de aplicaciones como BingMaps<sup>1</sup> o GoogleEarth<sup>2</sup>, las cuales se constituyen como mecanismos que utilizan la información en red para incrustar contenidos en el espacio físico, o en una reproducción virtual fidedigna del mismo.

Desde un punto de vista global, que aborda las diferentes experiencias llevadas a cabo en la tecnología hasta la fecha, Hughes et al. (2006) ya vienen describiendo el marco conceptual que rodea al uso de la tecnología hasta la fecha (teniendo en cuenta que la implantación de las tecnologías ubicuas, tales como las tablets o los smartphones, tiene su mayor impacto a partir de la segunda década del S. XXI). Desde el punto de vista específico de la comunicación y la retórica (aplicada al espacio), Manovich (2010) viene reflexionando en torno a los factores que contribuyen a la transformación (desde una perspectiva no exenta de cierto trasfondo poético) del espacio aumentado, en la medida en que el espacio físico recubierto por información dinámica de carácter multimedia, que aporta un mayor carácter dimensional al propio espacio. Stapleton y Davies (2011) proyectan la importancia de la imaginación como factor fundamental para complementar el continuo de la virtualidad, a través de un estudio de caso de una instalación en el Holocaust Memorial Resource and Education Center of Florida.

Más allá del ámbito de la literatura científica, se pueden observar una serie importante de aproximaciones a la tecnología de AR que explora la aplicabilidad en lo referente a varios contextos, y reflexiona, a su vez, en torno a las connotaciones retóricas y de comunicación que posee, tanto de manera potencial como en experiencias que se han llevado a cabo en el contexto actual. Entre estas experiencias se encuentran colectivos y grupos de investigación tales como Augmented Reality Barcelona<sup>155</sup>, cuyo enfoque se fundamenta en la propuesta para la creación de nichos de industria inéditos, y la potenciación de ámbitos (en la propia industria) emergentes, en los que aplicar la realidad aumentada. Lo que proyecta el colectivo es, a su vez, una visión que combina los enfoques exploratorios y las aplicaciones en la industria y en la economía de la AR, impulsando la creación de perfiles profesionales emergentes cualificados, que provengan de áreas como la comunicación, la computación, el arte o el diseño, entre muchos otros.

El grupo enfoca varias áreas de estudio, así como de aplicación de la tecnología de realidad aumentada, ilustrando las nuevas relaciones y puntos de convergencia que se proyectan entre la tecnología y el arte, contribuyendo, de este modo a desdibujar las fronteras entre ambos. De este modo, los escenarios que se configuran en áreas tales como el estudio del patrimonio artístico (teniendo una enorme proyección en museos), tienen en cuenta factores relevantes como las experiencias inmersivas, el incremento de posibilidades creativas para los artistas, o la propia emergencia de fenómenos, a partir de los componentes que vienen siendo descritos, de arte cuyo soporte y vías de interacción se fundamentan en la propia realidad aumentada (denominado AR Art<sup>156</sup>).

También se realiza una profundización en el ámbito de las experiencias dentro de la educación o de las ciencias de la salud. En el primer caso, el contexto educativo, las

---

<sup>155</sup> Recuperado en 2015-03-12 de [augmentedrealitybarcelona.com](http://augmentedrealitybarcelona.com)

<sup>156</sup> Recuperado en 2015-03-12 de <http://arart.info/>

## 6. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DE LA CUESTIÓN

experiencias que se llevan a cabo con AR van desde el uso de tecnologías en 3D para la recreación de soluciones habitacionales simuladas de un pueblo, hasta el uso de los denominados marcadores para la exploración virtual simulada de partes correspondientes al cuerpo humano, de modo que los estudiantes puedan acceder al contenido digital a través de las tecnologías de reconocimiento de imágenes (en este caso, a través de patrones de configuración simple que permitan ser reconocidos fácilmente por la tecnología de reconocimiento de imágenes). El uso de códigos QR también es recurrente en el ámbito de la educación, donde los alumnos desarrollan sus propios productos y recursos multimedia, para posteriormente incorporar una marca con la que las tecnologías de reconocimiento de imágenes puedan, fácilmente, permitir el acceso a los contenidos multimedia e interactivos.

Dentro del área de las ciencias de la salud, las aplicaciones se centran, en los casos citados por AR Barcelona, en el uso de la tecnología dentro de la sala de operaciones<sup>157</sup>. Si bien el uso de tecnologías complementarias para el acceso a la información, dentro de la sala de operaciones, no es un fenómeno reciente, en la referencia se hace un recorrido de la evolución de los dispositivos que posibilitan el acceso a información técnica, desde el microscopio para las operaciones en los años 90, hasta la incorporación reciente, en algunos ámbitos experimentales de los HMDs, pasando por el uso extendido de monitores externos y el uso de binoculares. También se vienen utilizando casos de uso de AR para la reconstrucción virtual de partes del cuerpo humano (a modo de simulación), que posteriormente son reproducidos en entornos tridimensionales cuando se explora una parte del cuerpo humano, de modo que se incrementa la precisión de los dispositivos y las exploraciones médicas<sup>158</sup>. En el contexto de la simulación del propio contexto de la sala de operaciones, de cara a introducir mejoras (sobre todo en el tratamiento de fobias a entornos concretos), también se observan aplicaciones como Phobious<sup>159</sup>. Para concluir con el ámbito de experiencias de AR aplicadas al área de las ciencias médicas (lo cual plantea un enorme potencial de proyección en otros ámbitos), caben destacar aplicaciones tales como Nitro PCR (Electronic Patient Care Reporting), que funciona con Google Glass, y que sirve para que el equipo médico pueda monitorizar al paciente y recibir información en tiempo real en todo momento, y MIRU, que, a través del uso de gafas de realidad aumentada, permite visualizar los niveles de anestesia (también en tiempo real)

---

<sup>157</sup> A diferencia de los ejemplos citados antes, que se centran en el área del diagnóstico médico, como al ecografía, o la tomografía axial computarizada (TAC). Recuperado en 2015-03-12 de <http://www.slideshare.net/IsidroNavarro2/augmented-reality-health>.

<sup>158</sup> Entre estas aplicaciones se encuentra *Surgical Theater*. Recuperado en 2015-03-12 de <http://www.surgicaltheater.net/>.

<sup>159</sup> Recuperado en 2015-03-12 de <http://mobileworldcapital.com/es/475/>. La herramienta es utilizada, de manera general, para abordar el tratamiento de las fobias y miedos.



que se encuentran en el cuerpo del paciente, de modo que se optimice el control de las constantes vitales<sup>160</sup>.

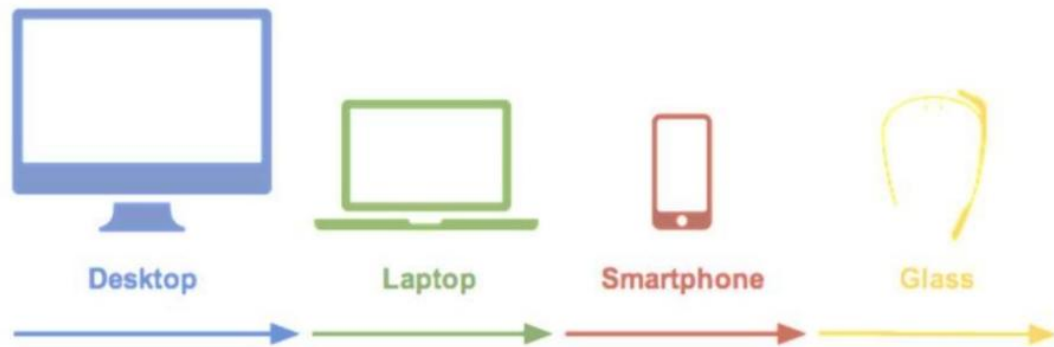


Figura 47. Representación gráfica de la evolución de los dispositivos potenciales de acceso e interacción con la realidad aumentada.

Representación que muestra la evolución de los dispositivos a través de los cuales se pueden acceder a contenidos de realidad aumentada. En el contexto de la segunda década del siglo XXI, los dispositivos que corresponden al ordenador de sobremesa (desktop) y al portátil (laptop), han dado paso al smartphone como dispositivo de referencia, en el contexto que se describe, para la interacción con el espacio, a través de la realidad aumentada. El escenario futuro que se dibuja, si bien en el contexto en el que se desarrolla el presente trabajo, aún se encuentra pendiente de exploración y desarrollo, corresponde a dispositivos de tipo gafas de realidad aumentada (uno de cuyos exponentes son las google glass). Los futuros estudios en el área de la ergonomía (entre otros), son los que van a determinar, en un contexto de referencia a corto y medio plazo, la viabilidad del uso del concepto de gafas de realidad aumentada, cuyo reto se constituye además como tecnología que facilite el acceso intuitivo a otra funciones.

En el ámbito de la comunicación, la realidad aumentada encuentra ejemplos significativos de aplicaciones, que si bien, muchas de ellas, se encuentran en fase de desarrollo y mejora, proyectan una parte importante del escenario que puede ayudar a desarrollar la tecnología de AR, en combinación con otras áreas del conocimiento.

<sup>160</sup> En todo caso, este tipo de tecnologías, al tener lugar en ámbitos específicos donde se requiere, a su vez una elevada precisión, se han constituido como campo de pruebas para la viabilidad de la implantación de las gafas de AR como dispositivo. El estudio del impacto en ámbitos cotidianos difiere notablemente de los ámbitos específicos en los cuales se implementa una tecnología con fines concretos. En otras palabras, la implantación de gafas de realidad aumentada en la vida cotidiana implica un elevado grado de complejidad, ya que muchas de las actividades cotidianas no requieren, normalmente, de dicha tecnología.



## 6. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DE LA CUESTIÓN

Si bien el propio proceso natural de evolución tecnológica hace que el desarrollo de un producto concreto progrese en un espacio de tiempo limitado, e incorpore, cada vez, un abanico de áreas del conocimiento más extensas, el contexto socio-cultural concreto en el que se lleva a cabo una idea específica, y es aplicada a un ámbito de innovación tecnológica, marca un punto de inflexión en la relación con el entorno. Aplicaciones como Word Lens se configuran como una de las tentativas pioneras en la traducción universal ubicua, en la medida en que cualquier mensaje (visual, en este caso), es susceptible de ser interpretado en cada vez más lugares del mundo. Lo que permite la aplicación Word Lens es, a través del dispositivo móvil, interpretar leyendas escritas en tiempo real, de modo que el usuario sea capaz de interpretar mensajes, mientras viaja, en lenguajes que no conoce. El funcionamiento del dispositivo es todavía imperfecto, y se encuentra limitado por la conexión a una red que facilite la interpretación de los datos. Por otra parte, se encuentra el hándicap del idioma, debido a que la traducción se lleva a cabo en idiomas más universales, pero todos estos factores se constituyen, sin embargo, como problemas específicos del ámbito en el que se enmarca la tecnología, y no de la tecnología propiamente dicha. Lo que revela este tipo de tecnologías es un exponente paradigmático en las áreas de la comunicación, y en un uso de la tecnología de realidad aumentada que combina geo-localización con interpretación del lenguaje y reconocimiento complejo de imágenes, todo dentro de un contexto de una tecnología por desarrollar pero con un elevado potencial de implantación futura.



Figura 48. Lectura en tiempo real de un letrero con la aplicación de realidad aumentada Word Lens.

La aplicación de realidad aumentada Word Lens posibilita la lectura en tiempo real de letreros en diferentes idiomas. Si bien el traductor se encuentra en fase de perfeccionamiento (debido a que trabaja con traductores en línea, tales como google translate), la posibilidad de acceso, desde lugares remotos, a la información a través de la realidad aumentada, abre un campo de posibilidades sin precedentes en el ámbito de la información.

Recuperado en 2015-03-20 de  
<http://www.idownloadblog.com/2014/05/16/google-buys-word-lens/>

Continuando con las experiencias que incorporan las aplicaciones específicas de realidad aumentada en tiempo real, la gestión del patrimonio artístico y cultural se configura como uno de los máximos exponentes en el desarrollo de aplicaciones con la tecnología referida. Si en párrafos precedentes se hace referencia a proyectos e iniciativas (como la aplicación AR Art), que combinan la creación artística (o la visualización de obras de arte en espacios no convencionales) y la tecnología, la noción de transformación del espacio se constituye como un fenómeno recurrente en las aplicaciones artísticas referidas a la realidad aumentada. La noción de participación en el espacio urbano (a través del potencial de transformación e influencia en el mismo), sumado a las aproximaciones artísticas y creativas que implican la noción del espectador no como un mero observador, sino como un agente activo capaz de ejercer una influencia en la obra, nos sitúa frente a un escenario en el que la interacción, la comunicación, y el intercambio de información, tiende a ser multidireccional, y donde la tecnología (y, por arrastre, el continuo de la virtualidad), se revela como un mediador en el potencial del agente participante (espectador activo) de plantear la transformación del espacio o del contenido.





Figura 49. Proyecto de intervención en el espacio público que fusiona creación artística y realidad aumentada. Las obras fueron presentadas dentro del contexto del festival PUBLIC en abril de 2014 en Perth (Australia).

Al ser registrado por un dispositivo digital, el mural cobra vida, permitiendo, a su vez, un elevado grado de interacción con el usuario/espectador. La forma en que el usuario decide interactuar con la obra de arte influye en el propio contenido de la misma, profundizando en el contexto de la relación emergente entre el artista y un espectador participante que contribuye a ejercer una serie de acciones que dan lugar a la transformación de la obra, y que viene siendo observada como una tendencia generalizada en el arte actual, al igual que la incorporación de tecnologías emergentes (San Cornelio et al., 2010). La obra expuesta en el festival PUBLIC pertenece al grupo RE+PUBLIC, cuyos miembros son BC Heavy Biermann, Jordan Seiler y Ean Mering. Recuperado en 2015-03-12 de <http://www.republiclab.com/projects>.

Dentro del universo del estudio y de la interpretación del patrimonio histórico artístico, llevado a cabo en entornos situados específicos, cuya finalidad, es precisamente el desarrollo de investigaciones y la generación de conocimiento en lo referente a la cultura, se observa una tendencia creciente en el uso de la realidad aumentada en espacios museísticos y otras instituciones. Las manifestaciones con tecnología de realidad aumentada van más allá del espacio delimitado de la institución, si bien gran parte de las actividades se desarrollan dentro del espacio situado de dicho ámbito institucional. No obstante, la tecnología se viene utilizando, desde hace ya algunos años, en entornos como la visita a yacimientos arqueológicos, como Els Vilars<sup>161</sup>. Los yacimientos arqueológicos, a diferencia de los espacios tradicionales de los museos, aportan una dimensión ubicua en la que el uso de la AR incorpora otra dimensión,

<sup>161</sup> Recuperado en 2015-03-12 de

[http://www.researchgate.net/publication/267216234\\_Vilars.\\_Un\\_nuevo\\_modelo\\_de\\_dilogo\\_a\\_plicando\\_Realidad\\_Aumentada](http://www.researchgate.net/publication/267216234_Vilars._Un_nuevo_modelo_de_dilogo_a_plicando_Realidad_Aumentada).

constituyéndose, en ocasiones, como la fuente más relevante de información para el visitante, que recibe datos en tiempo real. El proyecto de Els Vilars es uno de los yacimientos pioneros en incorporar el uso de la realidad aumentada, en España, al conocimiento y divulgación de patrimonio, si bien las experiencias en este ámbito adquieren, según se produce el natural perfeccionamiento de las tecnologías, un mayor nivel de interacción con los contenidos y, en ocasiones, un grado elevado de inmersión en el entorno.

En el contexto museístico, las experiencias con esta tecnología se combinan con otras que vienen formando parte del continuo realidad-virtualidad tales como la propia realidad virtual, para desarrollar entornos que aportan nuevas dimensiones educativas a la experiencia, de modo se vea incrementado el interés de los participantes. El impacto es relevante en el ámbito educativo, constituyéndose el espacio museístico como un ámbito en el que los estudiantes puedan ser partícipes de una experiencia, lo cual revela, de nuevo, el potencial de las tecnologías del continuo de la virtualidad dentro de ámbitos como el educativo, en línea con las experiencias de realidad aumentada, en otros contextos, reflejadas en la literatura científica.

Los encuentros entre perfiles creativos y técnicos se constituyen como una constante en el desarrollo de nuevas perspectivas y la proyección de posibles aplicaciones en lo referente a la tecnología de realidad aumentada. A este respecto, uno de los contextos en los cuales la realidad aumentada constituye un fenómeno de carácter experimental, con un gran potencial de desarrollo y aplicación es, precisamente, el ámbito de los juegos interactivos y los videojuegos, mostrando exponentes como *Augmented Resistance*<sup>162</sup>, que consiste en una torre, situada en el espacio físico, que tiene que ser defendida de los invasores provenientes del mundo real, o *Ingress*<sup>163</sup>, juego de AR producido por Niantic Labs (una subdivisión de Google), es un juego que combina de manera innovadora localizaciones reales y marcadores virtuales que funcionan con geo-localización, teniendo una fuerte relevancia, además, la interacción social como parte de las mecánicas del juego. También se encuentra *PulzAR*, un juego en realidad aumentada que utiliza una cámara Vita, y que permite crear puzzles interactivos que combinan información real.

---

<sup>162</sup> Recuperado en 2015-03-12 de <http://mediafi.org/tag/augmented-resistance/>

<sup>163</sup> Recuperado en 2015-03-12 de <https://www.ingress.com/intel>





Figura 50. Aplicación móvil de realidad aumentada, AR Art, que permite visualizar animaciones creadas por artistas multimedia, de obras de arte clásicas, como es el caso de la *Joven de la Perla* de Veermer (1665).

Recuperada en 2015-03-12 de <http://arart.info/>

La AR presenta ejemplos, además, de iniciativas para la preservación de la memoria, en la medida en que posibilita superponer capas de información sobre el espacio real. El proyecto *Memorias para el Futuro de la Realidad Aumentada*, pretende elaborar un archivo digital, de carácter colectivo, para conservar, de manera digital, el patrimonio fotográfico de las familias, que puedan ser mostrados posteriormente como una reconstrucción del pasado. En la misma línea trabaja el colectivo de investigación Houshamadyan<sup>164</sup>, que pretende reconstruir, mediante el uso de realidad aumentada, parte del patrimonio armenio procedente de documentación histórica y material como fotografías, partituras de canciones, mapas, danzas tradicionales, o recetas de cocina, aportado por particulares e instituciones. Anteriormente, y en lo referente a la superposición de material antiguo con el entorno actual, el Museo de Londres viene desarrollando, desde 2010, el proyecto *Streetsmuseum*<sup>165</sup> viene siendo una iniciativa pionera en dicho ámbito. El proyecto incorpora capas de información en las que se incrustan los contenidos de material histórico como fotografías o pinturas clásicas, que muestran la localización física del espacio en el cual se desarrollan los acontecimientos que describe la imagen. Dentro del proceso de organización y estructuración del contenido virtual, para el desarrollo de un contexto de información referente al patrimonio, se diferencian varios niveles de actuación: la toma de datos, mediante *motion capture*, geo-localización, o escáneres en 3D, el prototipado virtual (mediante

<sup>164</sup> Recuperado en 2015-03-12 de <http://www.houshamadyan.org/en/home.html>

<sup>165</sup> Recuperado en 2015-03-12 de <http://www.museumoflondon.org.uk/Resources/app/you-are-here-app/home.html>

motores de juego y realidad aumentada), los gráficos por computador y la fabricación digital.

La tecnología de realidad aumentada se conforma como un marco de investigación, por lo tanto, que proyecta la aplicación de innovaciones en una amplia gama de ámbitos y áreas del conocimiento, en las cuales, la superposición de capas de información revela un potencial exploratorio y experimental con una larga trayectoria a corto y medio plazo. Las aplicaciones más emergentes y de carácter más experimental incorporan, por tanto, la recuperación de los hologramas y su interacción mediante Leap Motion<sup>166</sup>, abriendo el campo de posibilidades de exploración. Siguiendo con los ámbitos de aplicación innovadores, se vienen desarrollando recientemente tecnologías para su uso por parte de los astronautas, a modo de cámaras de 180 y 360 grados. En el ámbito del reconocimiento facial, y su conectividad para las redes sociales, se puede encontrarla aplicación TAT Augmented<sup>167</sup>. Architip<sup>168</sup> es, por otra parte, una potente herramienta de realidad aumentada que funciona con geo-localización, y que permite reconstruir el patrimonio virtual, de manera realista, en tiempo real. El proyecto Omnipresenz<sup>169</sup>, por otra parte, desarrollado en Barcelona, permite al usuario ponerse en la piel de un avatar remoto usando la telepresencia, siendo su funcionamiento similar a la de un juego interactivo en primera persona. Uno de los rasgos fundamentales de Omnipresenz es la profundización en rasgos del comportamiento asociados a la dimensión afectiva, así como a la empatía, mientras se ejerce el control de un avatar remoto (encarnado por una persona real). Las lentes de contacto también vienen siendo objeto de estudio en lo referente al uso de realidad aumentada, existiendo numerosas tentativas de estudio en dicho contexto, que tienen, por otra parte, en cuenta, las limitaciones obvias<sup>170</sup>, si bien se vienen desarrollando una serie de prototipos desde hace tiempo<sup>171</sup>. En ámbitos como el incremento de la seguridad vial, también vienen siendo desarrolladas iniciativas tecnológicas, como el HMD llamado 360 Urban Wildscreen, permite eliminar los puntos ciegos durante el proceso de conducción del automóvil, mediante una combinación de dispositivos de detección tales como cámaras y sensores. En el ámbito de la geografía interactiva, la realidad aumentada presenta también experiencias relevantes, como la representación multimedia interactiva de la

<sup>166</sup> Movimiento táctil sin contacto directo con ningún dispositivo. Se diferencia de las tecnologías hápticas más comunes en que estas investigan en torno a las posibilidades de los dispositivos táctiles, mientras que Leap Motion permite interactuar con el entorno virtual mediante la combinación de movimientos gestuales con las manos. El enlace del proyecto es el siguiente: <https://www.youtube.com/watch?v=12JAzCpGTtU&feature=share> Recuperado en 2015-03-12.

<sup>167</sup> Recuperado en 2015-03-12 de <http://www.xatakamovil.com/aplicaciones/augmented-id-mas-realidad-aumentada-en-android>

<sup>168</sup> Recuperado en 2015-03-12 de <http://www.architip.com/>

<sup>169</sup> Recuperado en 2015-03-12 de <http://www.omnipresenz.com/>

<sup>170</sup> Recuperado en 2015-03-12 de <http://www.cnet.com/news/augmented-reality-contact-lenses-to-be-human-ready-at-ces/>

<sup>171</sup> Cabe mencionar el prototipo iOptik. Recuperado en 2015-03-12 de <http://www.gizmag.com/iopitk-ar-contact-lens-ces/30310/>

geografía peruana desarrollada por Panoramika, en la Feria Internacional del Libro de Bogotá (FILBO 2014)<sup>172</sup>. Y, de nuevo, en el ámbito de la educación, se vienen observando iniciativas pioneras en diferentes áreas y niveles del aprendizaje, así como aproximaciones conceptuales y teóricas que marcan nuevos hitos en las aplicaciones de realidad aumentada, mediante el desarrollo y la profundización en la implantación de entornos interactivos inteligentes, fundamentados en mundos virtuales y multiversos, que posibiliten explorar las intersecciones entre vida natural y vida artificial para aplicarlos al mundo de la educación<sup>173</sup>.

### 6.11.2. Videojuegos y realidad virtual: Espacios emergentes, inmersión, simulación y jugabilidad

Concentrar en una sección de una investigación, el complejo, y en constante cambio, ámbito que se enmarca dentro del espacio que corresponde a la realidad virtual dentro del continuo (que incluye, además, los videojuegos y los serious games virtuales, así como los metaversos), implica abordar una serie de fenómenos cuya comprensión global y naturaleza epistemológica, se encuentra, en ocasiones, dotado de un grado elevado de elevada complejidad. La realidad virtual viene siendo, desde las primeras aproximaciones filosóficas y relativas al estudio del carácter ontológico de la propia VR, llevadas a cabo en los años 80 por Lanier (en Lanier, 1992, en Lanier y Biocca, 1992, en Biocca y Levy, 1995) en los años, en las mismas fechas, aproximadamente, en las que era publicada la novela *Snow Crash* (Stephenson, 1992). El escenario que se ha ido configurando, con el boom de los videojuegos en los años 80 y 90, ha marcado un fenómeno de convergencia que viene consolidándose en las dos primeras décadas del S. XXI, y cuya proyección a corto plazo es una continuidad de dicho fenómeno de convergencia, incorporando los fenómenos interacción con el espacio físico, tal como se puede ver en el ámbito de la realidad aumentada, u otras aproximaciones transversales, que a su vez proyectan las aplicaciones pragmáticas que parten del ámbito de la experiencia inmersiva (desde el desarrollo de los primeros dispositivos de realidad virtual) o la experiencia lúdica (en el contexto de los videojuegos). También es relevante la implicación que ha tenido el lenguaje utilizado en la novela de Stephenson (1992), que ha presentado un impacto en la configuración de los elementos que componen el espacio virtual, entre los que destacan los términos *avatar* o *metaverso*.

En el presente escenario, la línea divisoria que enmarca, desde un principio, el territorio relativo al videojuego con la realidad virtual, viene siendo impreciso, aunque el videojuego viene siendo enmarcado, desde los años 90, dentro de un contexto lúdico (y de acceso al gran público desde un primer momento), y la realidad virtual se

<sup>172</sup> Recuperado en 2015-03-12 de <https://vimeo.com/panoramika>

<sup>173</sup> En el proyecto *Life Connected to Life: How to Revolutionize Environmental Education*. Recuperado en 2015-03-12 de <http://selfanimatedsystems.com/2014/10/28/life-connected-to-life-how-to-revolutionize-environmental-education/>

encontraría enmarcada, más bien, dentro de un ámbito más experimental, donde además tiene especial énfasis la configuración inmersiva del proceso, que a su vez, se encuentra revestido de cierto aire mítico y futurista desde los años 90, ya que la implantación de los dispositivos inmersivos, si bien los primeros modelos de HMD datan de la década de los 70, se encuentran lejos de haber sido implantados para el gran público, quedando su uso recluso para ámbitos específicos como la simulación de vuelo o las maniobras militares.

Dos de los componentes que se enmarcan dentro del ámbito virtual del continuo, los serious games y los metaversos, se constituyen en realidad como subgéneros de los videojuegos y la realidad virtual, respectivamente. En el caso de los primeros, se puede categorizar el serious game (virtual<sup>174</sup>) como un juego interactivo con objetivos ajenos a los específicamente lúdicos, siendo la componente lúdica observada más como un *medio* que como un *fin*. En el caso del metaverso, tal como se viene explicando, hace referencia a un contexto más amplio, en la medida en que se comprende de un entorno interconectado que funciona con independencia de quien se conecte (aunque los usuarios puedan ejercer una influencia, con su presencia y sus acciones, en el espacio o metaverso). La realidad virtual, sin embargo, viene presentando manifestaciones en las que no se referencia la presencia del metaverso, pudiéndose observar, no obstante, manifestaciones de metaverso en años recientes<sup>175</sup>, pero con un carácter menos inmersivo que el de los dispositivos de realidad virtual, debido, por una parte, a las limitaciones gráficas de los metaversos (debido a la cantidad de memoria que procesan para gestionar los datos del universo virtual), y por otra, de los propios dispositivos de realidad virtual (debido a las limitaciones de renderizado del dispositivo en sí)<sup>176</sup>.

Las aplicaciones que vienen siendo reflejadas en la literatura científica, muestran, desde los años 90, una tendencia a presentar fenómenos de convergencia en los que las fronteras entre videojuegos y realidad virtual prácticamente tienden a desdibujarse, si bien dicha convergencia entre los entornos inmersivos y las prácticas videolúdicas se conforman como ámbitos todavía en fase experimental. De hecho, la tendencia generalizada indica que parte de los fenómenos inmersivos digitales empiezan a incorporar componentes lúdicos dentro de sus experiencias, si bien el desarrollo de una trama compleja que suele circunscribirse en el ámbito de un videojuego, tiene que ser objeto de diversas modificaciones técnicas para adaptada a HMDs actuales, por problemas tales como el propio renderizado (que viene siendo reflejado en el párrafo

---

<sup>174</sup> Aunque también se hace referencia a los serious games físicos o incluso aumentados (pervasivos).

<sup>175</sup> Entre los que cabe señalar Second Life, Croquet Project u Open Cobalt, entre otros.

<sup>176</sup> En lo referente a las limitaciones técnicas que vienen arrastrando los dispositivos de realidad virtual desde los años 90, el renderizado de imágenes en tiempo real viene siendo uno de los hándicaps más importantes. El retardo en el renderizado o la insuficiencia de *frames* por segundo vienen siendo dos de los principales ámbitos se está trabajando para el perfeccionamiento de los dispositivos de realidad virtual.



precedente)<sup>177</sup> y el relativo elevado coste, para el gran público de los dispositivos de HMD.

Si en apartados anteriores son reflejadas las aproximaciones de la literatura científica en lo relativo a la elaboración de un marco conceptual, que ayude a explicar, de manera ontológica, el significado de parte de los fenómenos asociados al propio continuo de la virtualidad, y más específicamente, en el presente apartado se proyectan algunos de los usos pragmáticos de la realidad virtual inmersiva, por una parte, y los videojuegos, por otra, procurando indagar en los territorios en los que se pueden ser observados espacios comunes, y que además permiten, la integración de líneas de trabajo que profundizan en ámbitos como la comunicación, las artes, o las aplicaciones en el campo tecnológico y las ciencias de la salud, cuyo estudio del potencial entra, además, en el ámbito de la filosofía, por una parte, y la retórica, por otra<sup>178</sup>, sin olvidar la dimensión relativa a la semiótica.

Siguiendo con las aproximaciones teóricas y la configuración de un cuadro conceptual, Choi y Ma (2007) reflexionan en torno a la dimensión virtual de la realidad aumentada y el espacio físico, y Bell (2008) plantea una aproximación a la construcción retórica del concepto de mundo virtual, ámbito en el que constantemente se vienen produciendo innovaciones, y que, por otra parte, incorpora conceptos emergentes que es preciso definir y comunicar, a la vez que se profundiza en la dimensión simbólica y semióticas. Y, si bien, los trabajos de Harrell (2009) y Chow y Harrell (2012), en referencia al poder expresivo de los medios computacionales y virtuales y en relación a la configuración de fenómenos culturales, vienen siendo desatacados a lo largo del presente trabajo de investigación, las aportaciones que realiza en lo relativo a la construcción social de la representación identitaria (en o a través de los medios virtuales), así como para el desarrollo de una perspectiva integradora de las artes, las ciencias cognitivas y la computación, son relevantes para llevar a cabo una profundización en los fenómenos abordado en la presente área<sup>179</sup>.

El contexto en el que se desarrolla el fenómeno de la realidad virtual precisa por lo tanto incorporar las diferentes aproximaciones que vienen siendo reflejadas desde el posicionamiento teórico y conceptual de Lanier (1992), donde se explora el potencial aplicativo y exploratorio del universo inmersivo e interactivo que facilita la virtualidad.

---

<sup>177</sup> Como se viene explicando el renderizado es una cuestión técnica con la que los dispositivos actuales de HMD tienen que lidiar puesto que el renderizado en un entorno inmersivo precisa una velocidad superior para no crear sensaciones de desfase con el mismo.

<sup>178</sup> En la medida en que se hace preciso la elaboración de una estructura comunicativa que permite situar en contexto los fenómenos emergentes surgidos al amparo del progreso tecnológico, en el área del conocimiento relativa al continuo de la virtualidad.

<sup>179</sup> Chow y Harrell (2012) también abordan lo que se *denomina imaginación fundamentada en lo material* (en el documento original, *material-based imagination*), que pretende abordar la brecha que se presenta, según los autores, entre la percepción visual y la interacción corporal en los entornos virtuales, intentando conectar, a su vez, las nociones mentales y materiales de imágenes.

Desde la perspectiva de Dzekian (2005), que viene aportando, desde hace más de una década, la reflexión en torno a la realidad virtual como soporte artístico inmaterial, hasta la configuración de un continuo de experiencias propuesto por Davis et al. (2003), que desarrollan una serie de dispositivos tecnológicos, en la década anterior, que proyectan el desplazamiento del usuario en distintos niveles inmersivos, profundizando en la noción específica de *continuo* realidad-virtualidad. Biocca y Levy (1995) ya vienen planteando el rol de la comunicación en el ámbito específico de la realidad virtual, si bien se observan estudios anteriores que plantean configurar un marco conceptual, incorporando fenómenos como la telepresencia, entre otros, e incorporando aproximaciones estéticas a los ámbitos de la computación y de la realidad virtual. Como ya veníamos viendo en apartados anteriores, Heim (1993), hace una aproximación a la dimensión metafísica de la realidad y el espacio virtuales, y la aproximación en lo referente a los ámbitos cultural y económico son abordados por Castronova (2005). Grau (2003) pone de relevancia la trayectoria que proyecta la realidad virtual en relación a la materialización de conceptos como la imaginación, y sobre todo, la ilusión, profundizando en la dimensión ontológica de la propia realidad virtual. Ryan (2001) incorpora el fenómeno de la narrativa como fenómeno análogo a la realidad virtual, en la medida en que las estructuras narrativas de una novela o una película proyectan un determinado nivel de inmersión, análogo en alguna de sus aproximaciones, al de la realidad virtual, aunque en otro nivel categórico y con características que difieren de este. La construcción de las relaciones interpersonales también son abordadas desde sus primeras etapas (Palmer, 1995), de modo en que, si bien la tecnología de VR se encuentra en fases aún tempranas de desarrollo, las aproximaciones a la elaboración de un cuadro conceptual, relativo al fenómeno de la realidad virtual, implica los aspectos sociales y comunicativos, contribuyendo a elaborar una estructura teórica del fenómeno de la interacción. Wands (2007) continúa con la línea de investigación postulada por otras aproximaciones desde la creación artística a la realidad virtual, realizando una trayectoria evolutiva del arte en espacios virtuales y su proceso de transformación paulatino. Bertol y Foell (1997) realizan una aproximación a la construcción de entornos de realidad virtual, desde el punto de vista de la arquitectura. Desde el punto de vista de la configuración formal del espacio virtual, encontramos trabajos científicos como los de Mohd et al. (2011), que exploran metodologías para el desarrollo de mundos virtuales, utilizando estructuras jerárquicas ramificadas en las que se distribuye el rango de los objetos virtuales. Y dos décadas antes, la aproximación a factores ligados al universo inmersivo, tales como la dimensión sonora, constituyen un objeto de estudio en fases tempranas del desarrollo de las primeras tecnologías inmersivas de VR (Kramer, 1995).

Entre los primeros estudios que hacen referencia específica a la exploración de mundos virtuales tridimensionales, Chung et al. (1989) plantean una trayectoria en lo referente al uso y la naturaleza de los HMD específicamente diseñados para la inmersión en entornos de información completamente virtual, sin la mediación del espacio físico,

## 6. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DE LA CUESTIÓN

incorporando aspectos que son referidos a lo largo de las producciones de literatura científica asociadas al tema, tales como simulación. EL HMD desarrollado por el equipo de Chung se compone de un rastreador (tracker)<sup>180</sup> que sigue los movimientos de la cabeza donde es incorporado el HMD, que consta de dos televisiones de cristal líquido de una resolución de 220x320 píxeles, (baja para los estándares actuales, no obstante), que pueden ser vistas por el usuario mediante espejos situados en el dispositivo HMD.

En lo referente a las aplicaciones de realidad virtual y videojuegos, los ámbitos de la comunicación, las ciencias de la salud y la educación vienen siendo escenarios recurrentes por la literatura científica citada, si bien las investigaciones en torno al fenómeno abarcan prácticamente todas las áreas del conocimiento. Así, Biosca Frontera (2012) trabaja en la elaboración de escenarios virtuales en educación para el aprendizaje de arquitectura orientada a la reconstrucción de edificios históricos, como ya venimos viendo anteriormente. Kritzenberger et al. (2002) se centran en los aspectos constructivistas y colaborativos del continuo de la virtualidad, proponiendo los espacios virtuales y aumentados como entornos generadores de experiencias que impliquen una serie de transformaciones del contexto de aprendizaje. Yengin (2011) explora, dentro del ámbito del sistema educativo, el potencial de los videojuegos para el incremento de factores como la motivación o las experiencias, proyectando el propio juego digital interactivo como un soporte TIC. González Áspera y Chávez Hernández (2011) también aplican la realidad virtual inmersiva (RVI) para el desarrollo de ambientes inteligentes de aprendizaje, proyectando un escenario en el que en las aulas se ve implantada la comunicación multisensorial efectiva. Lee y Lin (2011) aportan una aproximación que hace referencia a la capacidad que tiene el espacio virtual de generar una identidad de incorporar dinámicas de interacción que dan lugar a perfiles profesionales emergentes, donde se referencian las actividades de carácter remoto, observándose, además, un fenómeno de convergencia entre el trabajo remoto y las actividades categorizadas tradicionalmente como aficiones u ocio, contribuyendo a desdibujar dicha línea. Mora Fernández (2009), tal como se viene observando en el presente trabajo e investigación, analiza la convergencia entre los fenómenos hipermedia y los juegos digitales interactivos. Fernández Ruiz (2014), centra sus estudios en las cuestiones formales y técnicas<sup>181</sup> y su influencia en el comportamiento y las acciones del usuario, y Barab et al. (2010) plantean el uso de juegos, de nuevo, dentro del ámbito educativo, para posicionar y estructurar la distribución de tres de los factores que conforman el mundo virtual, que son la persona, el contexto en el que se desarrollan las actividades, y el propio contenido<sup>182</sup>.

---

<sup>180</sup> Modelo Polhemus Navigation Sciences 3SPACE, que incorpora una de las primeras tecnologías de tracking. Recuperado en 2015-03-12 de <http://polhemus.com/>.

<sup>181</sup> En este caso específico, en la iluminación.

<sup>182</sup> Un exponente de juegos interactivos aplicados a la educación (bajo asesoramiento por parte de perfiles pedagógicos), a modo ilustrativo, lo compone el proyecto Kokori, consistente en un

Terminando con el transcurso de las aplicaciones y aproximaciones que vienen siendo reflejadas en la literatura científica, la realidad virtual y lo entornos virtuales lúdicos (videojuegos) reflejan también un impacto en los aspectos ergonómicos, e inclusive en las ciencias de la salud. A modo de ejemplo, cabe desatacar los trabajos de Hughes et al. (2009), en el ámbito de la realidad virtual, proyectada para producir un incremento de los factores que permiten dinamizar los procesos relativos a la accesibilidad. Del mismo modo, la aplicación de la realidad virtual en el ámbito médico, el diagnóstico y el tratamiento, presenta numerosos ejemplos en la literatura científica. Cabe destacar los trabajos de Gregg y Tarrier (2007) para la aplicación de la realidad virtual en el ámbito de la salud mental. También, a través de fenómenos como la implantación de la gamificación, mediada por el uso de entornos de realidad virtual, se pretende ejercer un impacto relevante en las prácticas asociadas a las ciencias de la salud, entre los que se presentan los trabajos de Duarte et al. (2014), o de Gértrudix Barrio y Gértrudix Barrio (2009), que proyectan el diseño de entornos virtuales 3D para el entrenamiento de perfiles médicos en áreas específicas, tales como la atención primaria.

El factor de transformación social y cultural que proyecta, además, la perspectiva lúdica (y en muchas ocasiones, asociada al factor simulación) que viene implícita en los videojuegos, plantea una serie de estudios aproximativos donde es evaluado dicho potencial transformador. Junto a la perspectiva de reposicionamiento de los elementos que componen el espacio virtual, aportada por Barab et al. (2010), vienen surgiendo en el contexto de las dos primeras décadas del siglo XXI aproximaciones que plantean la aplicación de las mecánicas de juegos interactivos en otros contextos para un aprovechamiento de su potencial. De este modo, estudios de la década anterior (Clinton, 2004) ya vienen haciendo referencia al potencial transformador que ofrecen los juegos interactivos, poniendo énfasis en el factor de personificación del usuario en el entorno virtual. McGonigal (2011) incorpora el concepto de *realidad rota*, en alusión a la capacidad del espacio virtual (incluyendo la dimensión lúdica de los juegos interactivos, específicamente) de transformar la motivación del usuario. Lo que McGonigal proyecta, con la noción de realidad rota, es el abordaje de los problemas y desafíos del mundo físico desde la perspectiva de aprovechamiento de una realidad jugable, análoga aquella enmarcada dentro de los juegos interactivos digitales. De este modo, el aprovechamiento de algunos factores relativos al ámbito virtual, como la jugabilidad o la motivación que implica la interacción con el mundo digital, para estudiar su potencial de transformación social<sup>183</sup>. La aproximación de McGonigal, en

---

juego interactivo digital para la interacción con la temática de la biología molecular. Recuperado en 2015-03-12 de <http://www.kokori.cl/>

<sup>183</sup> La UNESCO viene proyectando, posteriormente dicha perspectiva mediante la propuesta de paradigmas educativos innovadores, y la incorporación de elementos propios de los juegos interactivos a la resolución de problemas globales. El organismo plantea, desde esta visión, retos tales como el *UNESCO MGIEP Gaming Initiative*, que plantea precisamente la utilización del potencial de los videojuegos para reflexionar en torno a soluciones a problemáticas sociales,

relación a dicho fenómeno de potencial impacto en la resolución de problemáticas de la vida cotidiana, plantea ciertas cuestiones, que una profundización en el ámbito de estudio del continuo de la virtualidad puede aportar una serie de pistas, como el hecho de que existe una migración generalizada del usuario (según McGonigal) desde el mundo físico *roto* al espacio virtual *lleno de desafíos motivadores*. Este fenómeno migratorio sería propiciado en base a la capacidad que tienen los espacios virtuales para plantear el desarrollo de ciertas tareas (que incrementan la motivación debido precisamente a dicho factor de jugabilidad asociado) o que contribuyen a satisfacer ciertas necesidades sociales, comunicativas, o de reconocimiento (mediante la propia jugabilidad o a través del factor asociado a la simulación y el potencial interactivo que posee, donde se encuentra implícita la dimensión afectiva).

De este modo se establece una línea conceptual que contribuye a asentar los fundamentos teóricos que abordan la cuestión del ámbito virtual dentro del continuo, describiendo parte de los aspectos teóricos de fenómenos como la realidad virtual (inmersiva o no), los entornos virtuales (con funciones específicas) o los juegos virtuales interactivos (como los videojuegos, que incorporan la cuestión lúdica), constituyéndose, todos estos elementos, como parte de un mismo fenómeno. Ello fundamenta, a su vez, el abordaje de las cuestiones prácticas que facilitan la incorporación de aproximaciones innovadoras y emergentes en el contexto social y en los diferentes ámbitos del conocimiento, donde se encuentra una presencia relevante del fenómeno virtual.

El ámbito de la educación interactiva e inmersiva viene también generando fenómenos emergentes en lo referente a aplicaciones que abordan los nuevos escenarios en los que se genera y se intercambia una parte relevante del conocimiento y de las ideas, y que pasan, precisamente, por un procesos de *virtualización* de sus contenidos, sus prácticas y/o su acceso al propio entorno (virtual). De este modo, el fenómeno de innovación en el ámbito de la educación no viene marcado solamente en las prácticas, sino que se presenta, además, como un fenómeno global que se retroalimenta con el propio continuo de la virtualidad. Así, proyectos tales como Atta<sup>184</sup> combinan el potencial de las redes con el análisis de las interacciones, incorporando los factores lúdico y colaborativo en el fenómeno del aprendizaje en línea. En el ámbito de la producción de experiencias para su implantación en el contexto educativo, proyectos como Learnworlds<sup>185</sup> se configuran como entornos de aprendizaje a lo largo de la vida, que a su vez son personalizados en función del usuario, configurando una experiencia de aprendizaje social a través de lo que denominan amplificador educativo, que incorpora todos estos fenómenos. Otros aspectos, entre los que figura el carácter virtual (resaltando la importancia del entorno) de soluciones tecnológicas emergentes relativas a las educación son los LMS o sistemas de gestión de aprendizaje, que a su vez

---

aprovechando, a su vez, la capacidad transformadora de la propia educación. Recuperado en 2015-03-12 de <http://mgiep.unesco.org/gaming/>

<sup>184</sup> Recuperado en 2015-03-12 de <http://www.attacommunity.com/>

<sup>185</sup> Recuperado en 2015-03-12 de <http://www.learnworlds.com/>

convergen en su tentativa de estandarización a través de SCORM y otros estándares, usado por proyectos emergentes tales como Group MOOC<sup>186</sup> que incorpora el uso de aplicaciones para incrementar el potencial de uso e interacción de los estudiantes durante los MOOC's, implementando la dimensión colaborativa que posibilita el acceso al espacio virtual. El uso de la inteligencia artificial también se encuentra presente en los entornos virtuales para el aprendizaje o EVA, teniendo de referente proyectos pioneros en uso de la IA para del rendimiento de datos en tiempo real provenientes de distintas fuentes y contextos en el espacio virtual<sup>187</sup>.

En relación a las aplicaciones de realidad virtual en diferentes ámbitos, el factor de la simulación es uno de los que mayor peso tienen en lo referente a la aplicabilidad de la tecnología (en sus diferentes variantes) a ámbitos del conocimiento heterogéneos. La simulación provee, de esta manera, un entorno de experimentación seguro donde se puede aplicar la técnica del ensayo-error sin correr riesgos para la integridad física del usuario, y permite incorporar también el factor lúdico propio de los videojuegos. De hecho, una visión global del fenómeno en varios puntos permite proyectar el desarrollo de ideas para la concepción de aplicaciones emergentes a la realidad virtual y los videojuegos, donde el *espacio de posibles* se encuentra en proceso constante de expansión, a medida que también se van produciendo avances técnicos.

En el ámbito del testeo de productos, es posible ver sistemas de VR en ingeniería de sistemas y de productor que posibilitan interactuar con el potencial usuario. De este modo, el usuario puede valorar y comprende las capacidades potenciales del producto, dinamizando los procesos de testeo y la comunicación entre los propios desarrolladores del producto, funcionando como una red de sistemas de realidad virtual colaborativa<sup>188</sup>. De este modo, los diferentes agentes implicados en el proceso de diseño, desarrollo y testeo convergen en un mismo espacio virtual interconectado a través de una red, constituyendo el laboratorio virtual como un espacio de pruebas y experimentación, lo que aporta dimensiones emergentes en lo referente al desarrollo de los procesos creativos y la aplicabilidad en ámbitos no específicamente enmarcado dentro del desarrollo de productos en la industria. El espacio de trabajo colaborativo se proyecta, de esta manera, a través de las posibilidades de interacción que ofrece la realidad virtual, donde, además, convergen procesos llevados a cabo por agentes multidisciplinares, en un contexto STEAM.

---

<sup>186</sup> Recuperado en 2015-03-12 de <http://www.groupmooc.com/>

<sup>187</sup> Una referencia en este ámbito es Klap, que utiliza en Big Data para la estructuración de la información proveniente de espacios interactivos y en línea con proyección educativa. Recuperado en 2015-03-12 de <http://klaptek.com>

<sup>188</sup> En el momento de ser redactado el presente trabajo de investigación, las soluciones de software que facilitan los procesos colaborativos presentan numerosos exponentes, tales como Virtualis, cuyo objetivo es el desarrollo de proyectos colaborativos (normalmente en el área de la ingeniería) en entornos virtuales. Recuperado en 2015-03-12 de <http://www.virtualis.com/products/15/visionary-render.php>



Figura 51. Captura de pantalla del entorno virtual colaborativo *Virtualis*, enfocado en el desarrollo y testeo de productos del software de realidad virtual.

La emergencia de este tipo de software (realidad virtual) revela una tendencia a la proyección de entornos de trabajo colaborativo fundamentado en continuo realidad-virtualidad. Recuperado en 2015-03-12 de <http://www.virtalis.com/products/15/visionary-render.php>

Visualizando las aplicaciones de la realidad virtual y videojuegos, de nuevo en el ámbito de las ciencias de la salud (y teniendo como base fundamental la literatura científica citada con anterioridad), el escenario que se presenta en el contexto de la segunda década del siglo XXI muestra una tendencia a la colaboración entre los diferentes agentes, implicando, a su vez, numerosos ámbitos de incidencia. Así, el creciente fenómeno es aplicado a la simulación de situaciones en entornos seguros, que tienen que confrontar, en varias, los profesionales de las ciencias de la salud. Otro ámbito es el software de simulación humana<sup>189</sup>, que incluye esa componente de interacción entre los diferentes perfiles profesionales que conforman el dominio de las ciencias de la salud. La realidad virtual se presenta, también, como herramienta en el

<sup>189</sup> Un ejemplo de ello puede ser encontrado en el conjunto de componentes de software desarrollado por HumanSim, que incorpora serious games y entornos virtuales de simulación para el aprendizaje de competencias y estrategias asociadas a las ciencias de la salud. Entre los tipos de proyectos desarrollados se encuentran serious games para la prevención de enfermedades (por ejemplo, para desarrollar estrategias de comunicación, de cara a medidas preventivas y protocolos a seguir por la población general, en lo que concierne a la incidencia de posibles epidemias), o para la simulación de situaciones de catástrofe, en las que se realicen prácticas en el ámbito de la toma de decisiones, en referencia a la atención de pacientes prioritarios. También destacan la simulación en los procesos de intervención quirúrgica, por ejemplo, desarrollando entornos virtuales que reproducen los signos vitales de un paciente sedado con anestesia, de manera que se incorpora el aprendizaje en competencias de carácter específico mediante el uso de simuladores.

Recuperado en 2015-03-12 de <http://www.humansim.com/>



área específica del diagnóstico médico, complementando las fuentes de información con las que el profesional desarrolla sus actividades en el área de la medicina.

En el área de la salud mental, si bien con anterioridad se venían observando las publicaciones científicas que hacían una serie de aproximaciones y análisis a la aplicación de la realidad virtual en las ciencias de la salud, como en los trabajos de Gregg y Tarrier (2007), en el contexto del desarrollo de aplicaciones para el tratamiento de dolencias o fobias específicas se pueden observar algunas experiencias. Así, de este modo, las aplicaciones de realidad virtual, como complemento terapéutico al tratamiento procedural de fobias se ve reflejada en varios exponentes relevantes. Por ejemplo, para el tratamiento de la acrofobia, existen aplicaciones complementarias a la terapia en el ámbito de la realidad virtual, en el que al paciente se le coloca un dispositivo HMD y se monitorizan las constantes que indican las reacciones físicas del paciente, como la frecuencia cardíaca o la presión arterial, de modo que el terapeuta reciba información complementaria que le aporte instrumentos que le permitan implementar mejoras en el tratamiento específico, que pueda ser, además, personalizado en función del paciente. En el tratamiento del autismo, también se presentan iniciativas fundamentadas en el uso de HMD, como la creación de entornos virtuales que posibiliten simular situaciones de interacción social con avatares<sup>190</sup>. También es frecuente encontrar iniciativas, con diferente enfoque, para el tratamiento del estrés post-traumático o incluso para el amplio espectro de diferentes tipologías y categorizaciones de fobia. También se reflejan experiencias, dentro de otros ámbitos, por ejemplo como vector de estimulación complementaria de factores como la memoria o la atención, en dolencias como el Alzheimer<sup>191</sup>.

<sup>190</sup> En 2014, un grupo, compuesto fundamentalmente por neurólogos del área cognitiva y desarrolladores de juegos, crea un entorno virtual para tratamientos específicos de pacientes con autismo y síndrome de Asperger. El proceso de interacción en un entorno simulado seguro contribuyó a la reducción de la ansiedad y del estrés en los pacientes que participaron en la experiencia piloto.

Recuperado en 2015-03-15 de [http://www.huffingtonpost.com/2014/10/29/autism-video-games\\_n\\_6056634.html](http://www.huffingtonpost.com/2014/10/29/autism-video-games_n_6056634.html)

<sup>191</sup> Teniendo en cuenta que la dolencia del Alzheimer precisa de un enfoque específico, desde el punto de vista médico, el abordaje a los serious games destinados a enfocar esta dolencia forma parte del ámbito experimental, incidiendo sobre factores puntuales no intrusivos, como la estimulación de la memoria o la atención a partir de actividades, entre las que se encuentran precisamente los serious games y los videojuegos. En este grupo se observan experiencias como EVO o Silverfit. Por otra parte, la simulación se enfoca, desde una perspectiva artística y comunicativa, a la concienciación social en relación a la dolencia. En este ámbito surgen experiencias como Alz.

Recuperado en 2015-03-16 de <http://techethique.blog.youphil.com/archive/2014/04/24/alz-un-petit-bijou-du-jeu-video-contre-alzheimer-3983.html> y de <http://www.theverge.com/2014/10/24/7033981/what-if-video-games-could-actually-make-you-healthier> y <http://www.silverfit.nl/index.php>



En el ámbito del uso de videojuegos, también existen dos enfoques fundamentales: para la formación de profesionales, incluyendo la simulación de situaciones específicas, por un lado, y el enfoque complementario a la terapia, por otro. La diferencia radica en que los entornos virtuales diseñados no precisan de proceso de inmersión mediante dispositivos de HMD, pudiendo ser reproducidos en una gama más amplia de dispositivos, incluso por aquellos de naturaleza ubicua<sup>192</sup>, lo que por otro lado reduce los costos de implementación. Así, en el primer enfoque, existe una literatura especializada y un estado de la cuestión sólido que parte de una trayectoria fundamentada en experiencias consolidadas, teniendo en cuenta que el factor simulación viene siendo recurrente en gran parte de la práctica de competencias técnicas específicas. Los juegos educativos virtuales, enmarcados de este modo dentro del rango de los serious games, se implementan en algunos contextos dentro del proceso de aprendizaje en la práctica médica, dando lugar a fenómenos definidos por parte de la literatura científica como DGBL (Prensky, 2001). Entre las experiencias específicas de DGBL enfocadas al aprendizaje y la práctica de profesionales en las ciencias de la salud, se encuentran el proyecto Surgical Improvement of Clinical Knowledge OPS (o su acrónimo SICKO<sup>193</sup>), desarrollado por la Universidad de Stanford, que básicamente permite a los cirujanos en periodo de prácticas simular la toma de decisiones dentro del contexto de un quirófano. Anteriormente, el mismo equipo interdisciplinar de investigadores desarrolla Septris<sup>194</sup>, un serious game virtual de diseño más sencillo y funcional que el anterior, enfocado a detectar los síntomas y observar la variabilidad y evolución de los mismos, en pacientes (virtuales/ficticios) afectados por la septicemia. Por otro lado, en el contexto del uso del videojuego como un enfoque terapéutico, en parte vienen siendo descritas en el párrafo precedente, que realiza aproximaciones en lo referente a la realidad virtual y su uso terapéutico. No obstante, el procedimiento descrito en el párrafo precedente incorpora, normalmente, dispositivos específicos para el acceso a entornos de realidad virtual, tales como los HMD, enfocándose, en este contexto específico, la implantación de videojuegos en ambientes como el tratamiento y rehabilitación de una dolencia, no desde el punto de vista del tratamiento médico específico de la misma, sino como parte de los factores que van a incorporar la motivación (y otros factores), para potenciar otras áreas relacionadas con los aspectos cognitivos y el propio enfoque de la terapia. El uso de videojuegos terapéuticos muestra, por lo tanto, varios exponentes que vienen revelando, por una parte, un objeto de estudio de especial interés, y por otra, un ámbito en el que los centros de permanencia para tratamiento, tales como los hospitales, se proyectan como un espacio emergente en el que incorporar innovaciones con enfoque lúdico e interactivos plantea una serie de beneficios, ya reflejados en la literatura científica. Entre

---

<sup>192</sup> Aunque cabe destacar, que la realidad virtual no siempre es completamente inmersiva, como se viene reflejando a través de varias experiencias descritas en el presente trabajo de investigación.

<sup>193</sup> Recuperado en 2015-03-15 de <https://med.stanford.edu/cme/courses/online/sicko.html>

<sup>194</sup> Recuperado en 2015-03-15 de <http://www.imedicalapps.com/2012/02/stanfords-septris-brings-gamification-healthcare-cme/>

los rasgos que pretende reforzar la implementación de videojuegos en centros hospitalarios y otros centros médicos, se encuentra el incremento de la resiliencia, el empoderamiento por parte del paciente, y el diseño de objetivos que constituyan un factor incremental de la motivación<sup>195</sup>. El estudio de las experiencias de implantación de videojuegos para su uso como apoyo terapéutico, dentro del proceso de estancia hospitalaria, presenta también experiencias e investigaciones de especial relevancia en nuestro país (Perandones, 2011), lo que viene proyectando una tendencia emergente cuyo potencial se configura como objeto de investigación interdisciplinar, implicando, además, a varios agentes sociales (profesionales de la salud, investigadores, desarrolladores de videojuegos y de entornos de realidad virtual, etc.).

Otros usos de la realidad virtual en el contexto de la segunda mitad del siglo XXI se manifiestan en diferentes ámbitos: economía, industria del ocio, industrias creativas, moda, teatro, ingeniería, telecomunicaciones<sup>196</sup>, comunicación audiovisual, visualización científica e incluso lenguajes de programación<sup>197</sup>.

En el ámbito específico de las ciencias de la educación, las experiencias con videojuegos y realidad virtual presentan una serie de fenómenos emergentes cuyo abordaje, más allá de las experiencias en el contexto de la literatura científica, proyectan una serie de escenarios en los que se revelan las prácticas emergentes y fundamentadas en metodologías y estrategias innovadoras, implicando una dimensión experimental, de naturaleza constructivista, y que incorpora conceptos como el learning-by-doing o el enfoque, para la construcción de escenarios (físicos y virtuales) enmarcado dentro de la filosofía DIY. La interacción con el entorno y entre los agentes implicados también se presenta como un factor de relevancia, siendo potenciados, precisamente, gracias al nivel de interacción que posibilitan los entornos enmarcados dentro del continuo de la virtualidad.

---

<sup>195</sup> Esta cuestión referente al empoderamiento del paciente se ilustra mediante conceptos desarrollados posteriormente por la comunidad investigadora, como el *videojuego para el ejercicio de empoderamiento del paciente* (Patient Empowerment Exercise Videogame o PE Game), cuya finalidad es específicamente complementaria al tratamiento, enfocada en los factores cognitivos y comportamentales. No obstante, los videojuegos presentan una trayectoria relevante en un contexto a corto y medio plazo como herramientas implementadas y complementarias de la terapia específica. Recuperado en 2015-03-15 de <http://psychcentral.com/news/2012/09/21/video-games-are-new-tools-for-health-care-providers/44943.html>

<sup>196</sup> Por una parte, mediante el potencial que ofrece el ámbito de las telecomunicaciones a la propia realidad virtual (como la tele-asistencia en una intervención quirúrgica, por ejemplo). Por otra, la realidad virtual tiene un potencial relevante en lo relativo a los rangos que todavía no han sido incorporado en las telecomunicaciones, como la representación virtual de avatares para la interacción a distancia.

<sup>197</sup> *Enter Visual Programming Language* es un lenguaje de programación desarrollado por Lanier, y uno de los pioneros en dicho ámbito, para su aplicación al contexto de la realidad virtual. Recuperado en 2015-03-15 de <http://www.vrs.org.uk/virtual-reality-profiles/vpl-research.html>

Continuando con exponentes donde se observa un fenómeno de convergencia entre el abordaje creativo de los procesos, la innovación en las prácticas de aprendizaje, la configuración del entorno como factor de relevancia, y la mediación de las tecnologías, teniendo de nuevo en cuenta el potencial que refleja un estudio pormenorizado del territorio que conforma el continuo de la virtualidad, el uso y creación de videojuegos se conforma como un exponente que además proyecta desde varias perspectivas, dependiendo de su propia relación con el entorno.

Por una parte, el entorno virtual se configura como un laboratorio propiamente dicho para la creación de contenidos y proyectos, a través de la adquisición de competencias como la programación o habilidades relacionadas con el diseño o la narrativa. El espacio virtual se configura, de este modo, como una plataforma ubicua, accesible desde dispositivos genéricos (como ordenadores portátiles o tablets)<sup>198</sup>. Este espacio virtual se establece como soporte para la creación, facilitando las herramientas que permiten, precisamente, el desarrollo de proyectos que tienen un determinado grado de interacción, como son, por ejemplo, los videojuegos<sup>199</sup>, e incorporando, a su vez, la capacidad de estructurar contenidos y categorizar elementos, así como de plantear soluciones a los problemáticas enmarcadas dentro del ámbito computacional, o que son, por otro lado, de carácter abierto<sup>200</sup>.

El enfoque del espacio virtual (y los componentes que lo configuran) como fenómeno mediador en ciertas prácticas, ya viene siendo abordado a lo largo del presente estudio, si bien la puesta en contexto con otras aproximaciones, como la que se describe en el párrafo anterior, plantea la visualización de algunas manifestaciones de dicho enfoque en contextos prácticos, así como sus aplicaciones. De hecho, esta aproximación se presenta como la mediación y el soporte de elementos que conforman el espacio virtual, para ejercer una transformación en los procesos que acontecen en el espacio físico. A modo ilustrativo, la implementación del uso de una tecnología y/o un elemento virtual en un contexto determinado, se proyecta como parte de una estrategia innovadora que plantea ejercer un impacto positivo en el entorno físico en que se implanta, transformando, con ello, la propia metodología. Tal es el caso del uso del videojuego en centros educativos, formales y no formales, que si bien no se constituye como un fenómeno reciente, su cada vez mayor grado de aceptación ha posibilitado la

---

<sup>198</sup> Teniendo en cuenta las limitaciones que implica el fenómeno de la *brecha digital*.

<sup>199</sup> Una iniciativa interesante en lo referente a la manifestación de eventos en el espacio virtual es The Hour of Code. Recuperado en 2015-02-25 de <http://hourofcode.com/us>.

<sup>200</sup> También se tienen en cuenta experiencias que trabajan el ámbito de la memoria espacial desde una perspectiva artística y experimental, como es el juego de memoria espacial de Julian Oliver llamado *Levelhead*. Recuperado en 2015-02-25 de <http://julianoliver.com/levelhead/>

elaboración de un marco conceptual que aborda, a su vez, el fenómeno desde múltiples perspectivas<sup>201</sup>.

Un tercer enfoque sería un fenómeno de retroalimentación entre el espacio físico y el espacio virtual, abordando todos los potenciales niveles que conforman en continuo de la virtualidad. De este modo, el espacio físico se conforma como un espacio de interacción entre individuos, en un proceso colaborativo de creación y desarrollo de ideas, y teniendo presente el potencial de la componente tecnológica. El espacio virtual es un mediador pero a su vez un potencial soporte, y su relación con el espacio físico o los distintos niveles de virtualidad, se encuentra marcada por un elevado grado de dinamismo y versatilidad. Así, lo que primero se proyecta, en muchos de los casos, es la idea, que va evolucionando a medida que se produce un diálogo entre interlocutores, por una parte, y se van explorando las posibilidades que ofrecen tanto el espacio físico como el virtual<sup>202</sup>. El proyecto final puede tener un determinado grado de virtualidad, y a su vez el espacio virtual comportarse, tal como se observa, como mediador o como soporte final del proyecto, dependiendo de la concepción y evolución del mismo. Las aplicaciones derivadas pueden tener, a su vez, una componente práctica (aportando una solución a un problema concreto) o artística (usando el proyecto como medio de reflexión a través de una herramienta de comunicación y del potencial expresivo de las mismas).



<sup>201</sup> Entre las aproximaciones al fenómeno se pueden encontrar varios exponentes que abordan estrategias para la implementación de tales tecnologías en contextos formales e informales de aprendizaje. Recuperado en 2015-01-31 de [http://www.ideal.es/granada/201501/27/videojuegos-servicio-colegio-20150126215523.html?ns\\_campaign=WC\\_MS&ns\\_source=BT&ns\\_linkname=Scroll&ns\\_fee=0&ns\\_mchannel=FB](http://www.ideal.es/granada/201501/27/videojuegos-servicio-colegio-20150126215523.html?ns_campaign=WC_MS&ns_source=BT&ns_linkname=Scroll&ns_fee=0&ns_mchannel=FB)

<sup>202</sup> Un exponente relevante es el Playlab: Rompiendo los límites de la realidad. Recuperado en 2015-03-25 de <http://gandia.playlab.arsgames.net/>



Figura 52. Playlab Gandía: Experiencias interdisciplinares en el ámbito de la artes y los nuevos medios digitales.

El Playlab Gandía, desarrollado en enero de 2015, ha incorporado una serie de propuestas para proyectos de carácter colaborativo, basadas en la experimentación en el ámbito de los nuevos medios digitales y los videojuegos. La naturaleza interdisciplinar del espacio permite la convergencia de una serie de perfiles provenientes de ámbitos dispares del conocimiento, la cultura y el ámbito tecnológico, tales como psicólogos, antropólogos, guionistas, artistas de los nuevos medios, guionistas, programadores, ingenieros, diseñadores multimedia, o gente proveniente del ámbito de la educación.

Recuperado en 2015-02-06 de <http://gandia.playlab.arsgames.net/>

Por otra parte, atendiendo a los planteamientos técnicos emergentes, relacionados con el ámbito específico del diseño y del desarrollo de mundos virtuales o videojuegos, cabe destacar el fenómeno de la *generación procedimental* de contenido. A grandes rasgos, la generación procedimental se configura como una característica implícita en el diseño del entorno virtual, a través del uso de algoritmos *on-the-fly*<sup>203</sup>, que implican que el entorno se va desarrollando, en tiempo real, según el usuario progresa dentro del mismo, ya sea de manera aleatoria o sometido, comúnmente, a ciertos patrones. La aproximación al diseño de contenido incorpora, de este modo, una visión emergente en la que la propia noción de creatividad es puesta al servicio de la computación, planteando una serie de reflexiones de la implicación de la computación en el desarrollo de ideas y contenido (incluyendo el diseño), e incorporando la proyección de futuras soluciones en el ámbito generativo, si bien es cierto que todavía se hacen patentes las limitaciones de la generación de los algoritmos *on-the-fly*, tales como su

<sup>203</sup> El algoritmo *on-the-fly* guarda semejanzas con otros ámbitos del conocimiento en los que se encuentra implícita dimensiones de la creatividad que converge con el ámbito de la computación. Entre estos fenómenos con los que encuentra relación, se puede observar, por ejemplo, el arte o la música generativos. El algoritmo *on-the-fly* también guarda relación con el algoritmo de Wang-Landau (extensión del Monte Carlo) que permite calcular, mediante un muestro uniforme del espacio, la densidad de un sistema sin tener conocimiento previo del estado en que se encuentra.

incidencia en la calidad de los gráficos o en la coherencia de los modelos de avatares, por poner sólo dos ejemplos.

El ámbito del desarrollo de tecnología virtual también presenta modelos innovadores en lo referente a su estructura organizativa. Así, modelos que vienen siendo observados en ámbitos como los laboratorios o medialabs, e incluso dentro de experiencias específicas desarrolladas dentro de los propios laboratorios, presentan una serie de analogías con algunos exponentes del ámbito corporativo, sobre todo, en lo referente a aquellas empresas (muchas de ellas start-ups e incluso, consolidadas en el ámbito tecnológico) que constituyen en sí un laboratorio experimental en varios frentes.

Sin entrar en un análisis pormenorizado del ámbito corporativo (que ya ha sido abordado en varias partes del presente estudio), y teniendo en cuenta que dicho ámbito presenta una serie de diferencias en relación a los espacios analizados en el presente contexto, se hace por otra parte inevitable observar una serie de analogías en relación a los procedimientos y mecanismos en los que se manifiestan procesos de innovación, tanto metodológica como formal o estructural. Tal es el caso de organizaciones de carácter dinámico en ámbitos del desarrollo de tecnología, como es el caso de algunas empresas que se dedican al desarrollo de videojuegos<sup>204</sup>. Particularidades como la descentralización de las actividades, o la libertad del trabajador de unirse a los diferentes proyectos de la compañía, reflejan una serie de analogías con la metodología en parte de los ámbitos en los que se pone el foco en el presente trabajo de investigación. La auto-organización y la propuesta de metas y objetivos por parte de la plantilla presentan también rasgos comunes en el tipo de organizaciones observadas. La inclusión de equipos interdisciplinarios (y la importancia que refleja este fenómeno de cara a la innovación) o el dinamismo del propio espacio (que facilita el cambio de una actividad a otra) vienen también siendo factores relevantes que vienen siendo implementados en proyectos empresariales punteros. De este modo, y sin que se configure como el eje central del presente objeto de estudio, la observancia de paralelismos entre algunos de los proyectos y mecánicas de funcionamiento de los medialabs (enmarcados dentro de su propia filosofía, por una parte) y proyectos empresariales de carácter innovador (fundamentalmente en lo que respecta a algunas empresas tecnológicas) proyecta una serie de escenarios en los que la confluencia entre diferentes ámbitos a través de la filosofía creadora, la innovación, y la tecnología, se distribuye por un número cada vez mayor de ámbitos de incidencia.

---

<sup>204</sup> Uno de los exponentes en dicho ámbito es Valve Software. Recuperado en 2015-03-16 de <http://valvesoftware.com/>



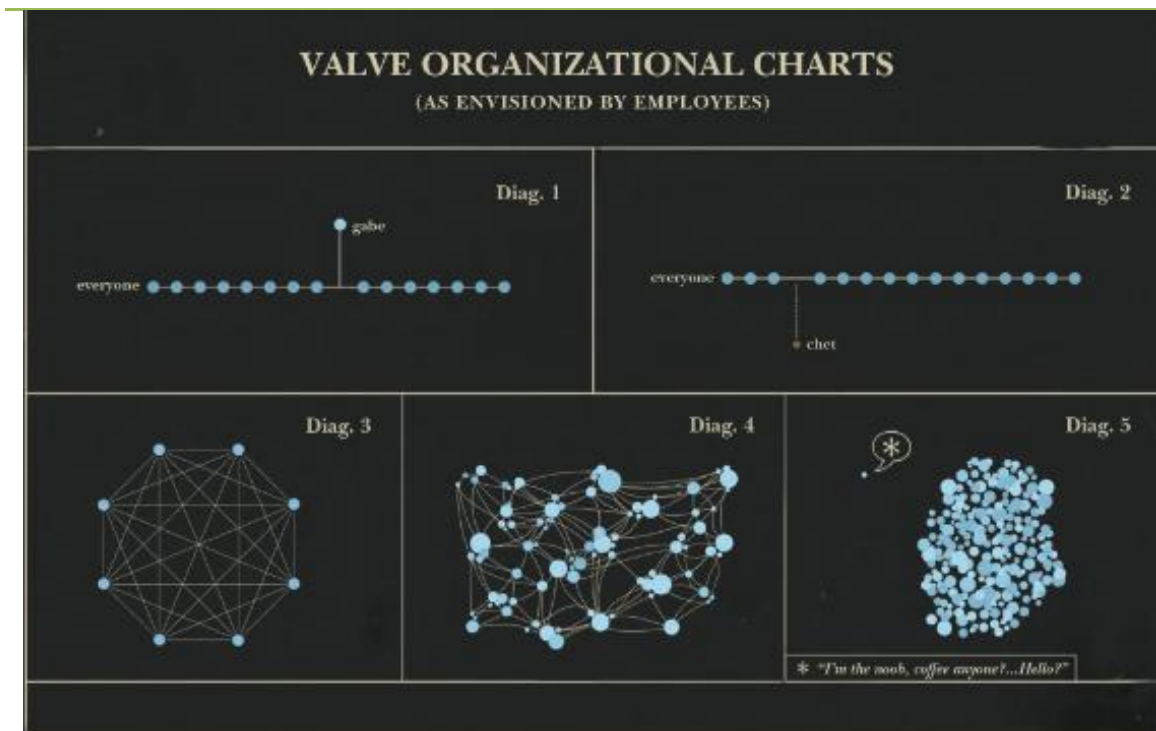


Figura 53. Diagrama de la estructura organizativa de la empresa Valve Corporation, fundada por Gabe Newell en 1996.

La estructura de organización tiene un carácter innovador en lo referente a la distribución de los roles y el entorno, donde el desarrollo de los proyectos es observada en base a una relación entre pares o P2P. Los perfiles que trabajan dentro de Valve tienen también un carácter heterogéneo e interdisciplinar, incorporando profesionales de las áreas del diseño multimedia, la programación, de la música, de la psicología, de la minería de datos, del diseño industrial, e incluso de la economía y los servicios alimentarios (lo que se describe como food services).

Recuperado en 2015-01-18 del *Manual para Nuevos Empleados de Valve (Handbook for New Employees)* en [http://media.steampowered.com/apps/valve/Valve\\_Handbook\\_LowRes.pdf](http://media.steampowered.com/apps/valve/Valve_Handbook_LowRes.pdf)

El continuo de la virtualidad se presenta, por tanto, como un eje relevante en relación a los estudios y las experiencias que proyectan un fenómeno de convergencia entre la tecnología, el espacio (virtual y físico), la dimensión de la interacción entre participantes y el propio espacio, los grupos interdisciplinarios, y la incidencia de proyectos en los que se encuentre presente una perspectiva fundamentada en la innovación, la experimentación, y un enfoque que plantee fortalecer e impulsar la dimensión creativa. Desde esa perspectiva y tal y cómo se viene observando, la realidad virtual y aumentada se configuran, por una parte, como vectores de innovación, y por otra, como mediadores en los procesos creativos y para el desarrollo de proyectos, pasando por funciones como el papel relevante en la reconfiguración del espacio, la generación de imágenes, proyecciones y categorías mentales e imaginarios (incluyendo los espacios de posibles referenciados a lo largo de la presente investigación), e inclusive, constituyéndose como el soporte para potenciales procesos de transformación creativa, donde en muchos casos se observa un fenómeno de convergencia entre la dimensión

artística y la aplicabilidad de las innovaciones desarrolladas a través de la interacción con los diferentes niveles del continuo realidad-virtualidad. Este escenario se proyecta como un ámbito de investigación emergente con varios frentes abiertos, y que plantea su abordaje desde un número importante de enfoques y áreas de investigación, teniendo, además en cuenta las áreas de convergencia entre los diferentes campos de estudio: educación, artes, tecnología, ciencias cognitivas, ergonomía, realidad virtual, realidad mixta, realidad aumentada, filosofía, ingeniería, computación, matemáticas o diseño, entre otros.





## 7. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

## 7. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

## 7.1. Creatividad / Modelo de Aceptación de la Tecnología / Continuo de la Virtualidad

### 7.1.1. Identificación de las actividades y perfiles a través de palabras clave

La primera cuestión planteada a los perfiles a los que se les ha realizado el estudio, comprende, en cierta medida, una tentativa de análisis de auto-percepción y de categorización de actividades que son desempeñadas en el laboratorio. De este modo, se les solicita a los participantes que definan el conjunto de actividades que desarrollan o con las que se identifican, a modo de palabras o conceptos clave. El procedimiento realizado se fundamenta, en este apartado, en que el agente implicado<sup>205</sup> defina, a partir de palabras o conceptos clave (un mínimo de tres y un máximo de seis) el perfil bajo el cual se identifica, que tenga relación directa con sus actividades. El orden en el que se introducen las palabras claves que definen el perfil del agente implicado va de mayor a menos importancia, siendo la primera palabra o concepto los que adquieren un mayor grado de relevancia.

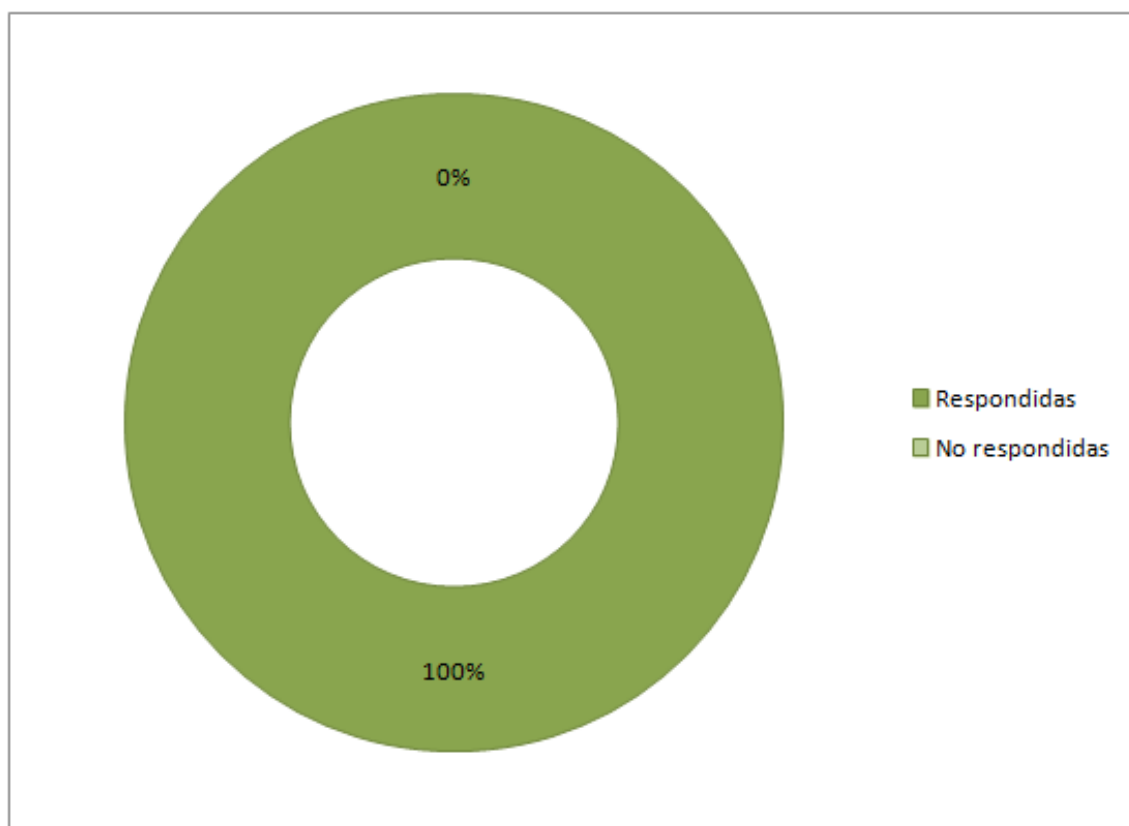
Este procedimiento también tiene como finalidad generar un marco aproximativo a la definición de los procesos a desarrollar, así como los backgrounds que caracterizan a los agentes implicados en las actividades que se desarrollan en los laboratorios de carácter tecnológico y con una componente de investigación relevante, incorporando, por tanto, el foco en la dimensión semántica y retórica, de modo que sean planteadas una serie de tentativas, que aborden el carácter ontológico de los espacios de creación y experimentación con una importante componente tecnológica, fundamentada, en gran parte, en el continuo de la virtualidad.

La definición de los espacios de creación y experimentación que incorporan una componente tecnológica relevante, fundamentada desde la perspectiva del continuo de la virtualidad, tal como se viene observando, puede ser abordada, como se viene viendo, a través de la definición de las actividades por parte de los agentes implicados en los procesos que se llevan a cabo en los laboratorios y medialabs.

---

<sup>205</sup> En el presente apartado, se hace referencia al agente implicado como el individuo que participa de modo activo desarrollando proyectos en el laboratorio. En el caso de un laboratorio asociado a un centro de educación superior (de carácter universitario, como viene siendo un porcentaje importante de la muestra analizada), los agentes implicados suelen ser docentes, investigadores o estudiantes. En el caso del medialab, si bien es verdad que las estructuras tienen a priori un carácter más horizontal, y contienen, a su vez, una configuración que se aproxima a lo que se ha definido en el presente trabajo de investigación por comunidades reflexivas (donde los diferentes backgrounds profesionales encuentran el nicho de convergencia a partir de la diferente procedencia de conocimientos), se observa la implicación de diferentes perfiles profesionales y disciplinares, con un elevado grado de heterogeneidad.

El ratio de respuesta de la primera opción, aquella con un mayor grado de importancia, fue del 100% de la muestra de 32 (N=32). El perfil con el que más se identificaron los agentes implicados en los procesos en los laboratorios y los medialabs fue la *investigación*, con casi un tercio de las respuestas (11). Es decir, un tercio de los perfiles consultados se identifican en primera instancia como investigadores. Los otros dos términos descriptivos con los que se identifican los perfiles consultados son la *educación* y la *programación* (con un ratio porcentual aproximado de 12,5% cada uno). Otros términos clave que aparecen en esta primera instancia son *diseño*, *creatividad*, *cómputo físico*, *innovación*, *visualización de la información*, *comisariado (curating)*, *transmedia*, *comunidad*, *ARG<sup>206</sup>*, *edición de vídeo*, *arte*, o *algoritmos*, de modo en que se describe en los gráficos reflejados a continuación.



<sup>206</sup> *Alternate Reality Game* o Juego de Realidad Alternativa

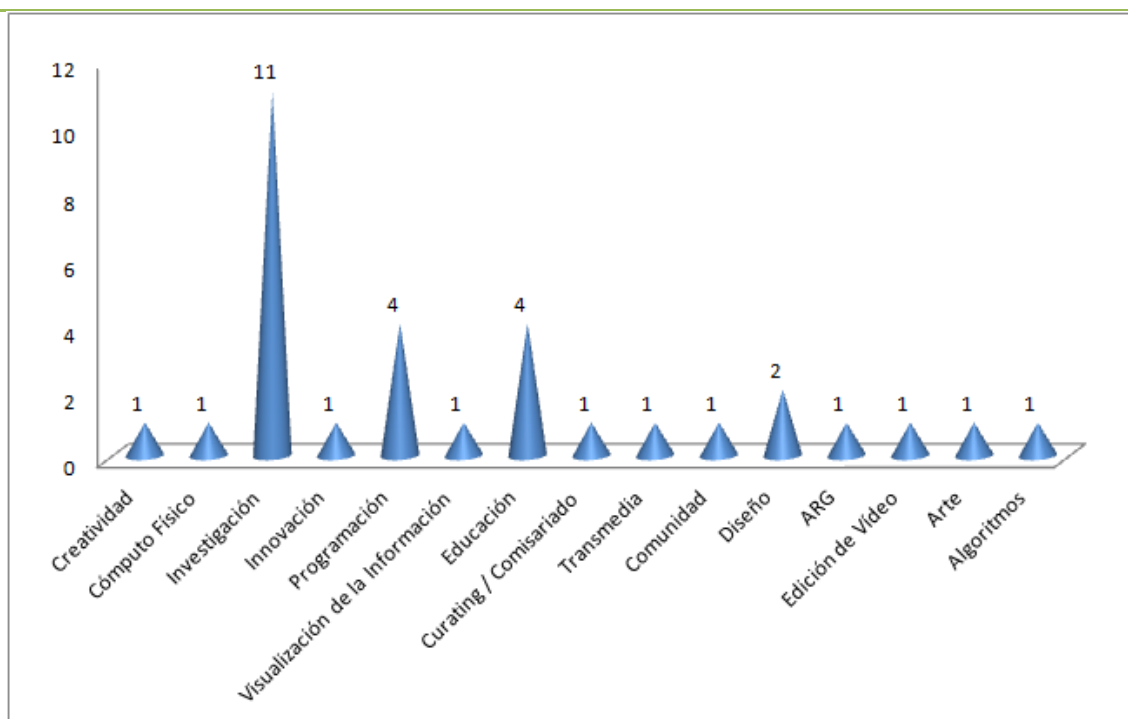


Figura 54. En estos gráficos se visualiza el ratio de respuestas y las palabras o términos clave con que los perfiles consultados respondieron en la primera opción, a la pregunta *escriba una serie de palabras clave relacionadas con las actividades que desarrolla*, lo que permite definir el perfil de los agentes consultados en el proceso de investigación.

Elaboración propia.

Hay que tener en cuenta que a la hora de recopilar respuestas, algunos términos han sido unificados, debido a que en la práctica se comportan como sinónimos. De este modo, las contadas veces que aparecen los términos *enseñanza*, *docencia*, o el término en inglés *learning* (debido a que parte de los perfiles consultados no son hispanohablantes), han sido categorizados como *educación*. Sin embargo, los términos más específicos o que pertenecen a una subcategoría de otros términos, (por ejemplo, algoritmos, dentro de la subcategoría de programación), han mantenido su carácter diferencial, si bien se especifica, como es en el presente caso, la relación entre términos. Otros términos, como innovación, también han sido presentados de manera diferencial, incluso aunque la relación directa con otros conceptos sea evidente. Tal es el caso del término *innovación*, que encuentra relación directa con el de *creatividad*, por una parte, e *investigación*, por otra, pero que no puede ser encuadrado en ninguna categorización de los términos referidos. Tampoco puede ser estructurado, en este caso dentro de una relación jerárquica que parta de lo genérico a lo específico, con lo cual el término *innovación* se mantiene como valor semántico independiente.

No obstante, una profundización en la semántica de los términos requeriría un estudio pormenorizado de las estructuras que definen las jerarquías de las relaciones de los

términos y los conceptos del presente trabajo de investigación, que si bien no es el objetivo del estudio<sup>207</sup>, encuentra una relación con líneas de investigación transversales, como puede ser, por ejemplo, la construcción y elaboración de contenidos de la web semántica, o los estudios de semiótica o lingüística.

La importancia de la incidencia del término investigación, no obstante, revela una tendencia que pone el foco en el carácter indagador y experimental que presentan los laboratorios y medialabs, en línea con los fenómenos que vienen siendo descritos en el presente estudio.

El carácter multidisciplinar de los laboratorios se presenta a su vez mediante una variedad de perfiles heterogéneos relevante (15 perfiles diferentes, en esta primera fase del cuestionario, para un N=32), concentrándose la mayoría de respuestas, tal como se viene observando, en tres términos fundamentales: investigación (11), programación (4) y educación (4), lo que da como resultado una varianza una desviación estándares elevadas (6.64889 para la varianza y 2.66905 para la desviación estándar).

La segunda opción que señalan los perfiles consultados para definir el rango de actividades con el que se identifican da lugar a la aparición de términos más específicos, si bien aparece un número relevante de términos que aparecen en la primera opción escogida, muchos de ellos de carácter más genérico. Los términos aparecen distribuidos, en esta segunda opción, tal como se ven representados a continuación (siendo, en este caso, el ratio de respuestas del 100% para N=32):

---

<sup>207</sup> No obstante, el estudio es susceptible de realizar una serie de aportaciones con respecto a las áreas semánticas que conforman el contexto estudiado, pudiendo dar lugar a investigaciones que trabajan en torno a la propia web semántica.

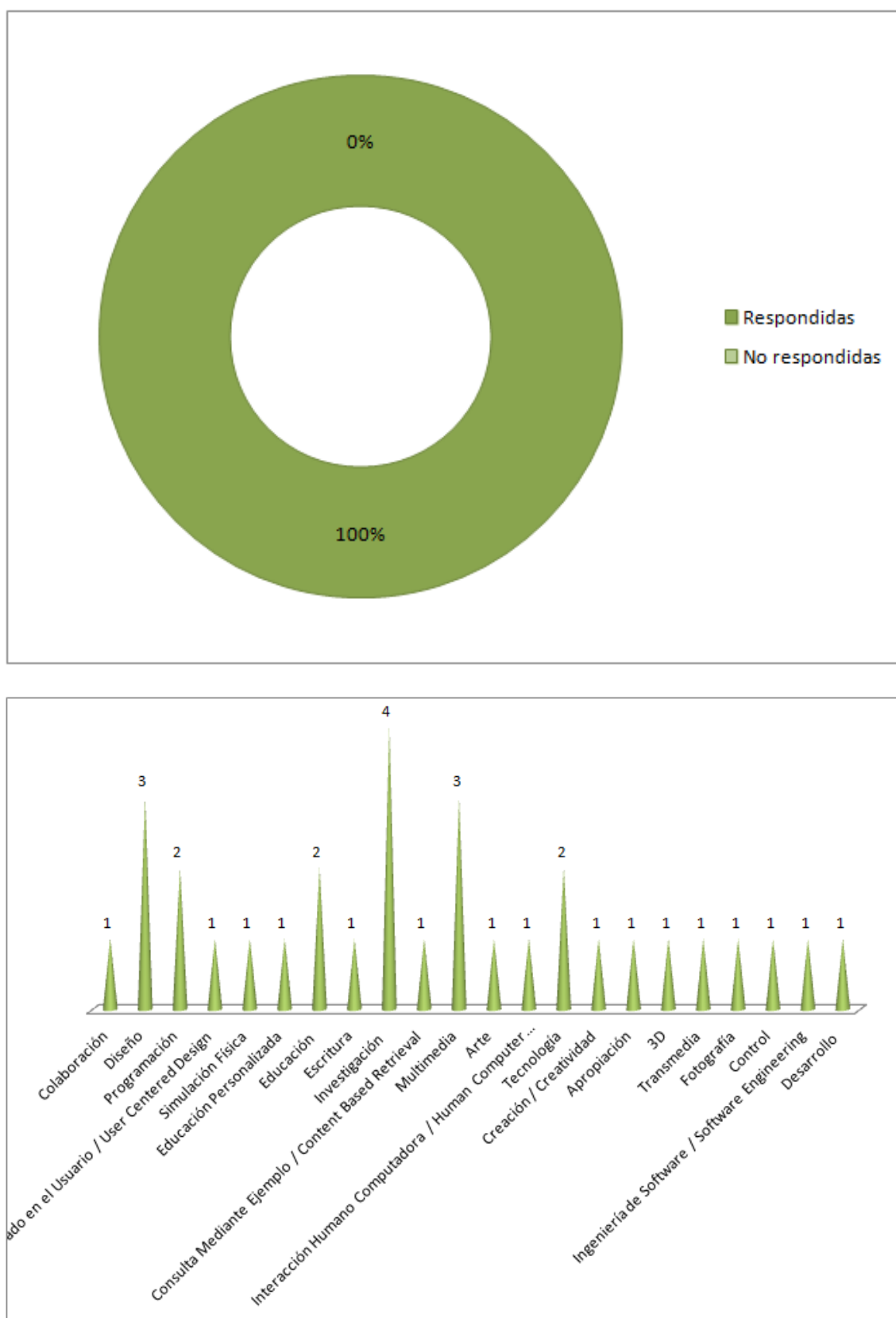


Figura 55. Ratio de respuestas de la segunda opción. Tal como se observa, aparecen



---

conceptos nuevos de carácter más específicos. Algunos de los conceptos genéricos que ya aparecen en la primera opción tienen cierta relevancia en esta segunda opción, como es el caso del término investigación, que sigue siendo una opción relevante (con 4 respuestas en esta segunda opción).

---

Los términos que aparecen en esta segunda opción tienen, por lo general, un carácter más específico. Entre ellos se encuentran diseño centrado en el usuario (*user centered design*)<sup>208</sup>, simulación física, educación personalizada<sup>209</sup>, consulta mediante ejemplo (*content based retrieval*), interacción humano-computadora (*human-computer interaction*) o ingeniería de software, entre otros. Por otro lado, entre los términos repetidos se puede observar, a su vez, que los perfiles consultados escogieron como segunda opción: investigación, programación, educación, arte o diseño<sup>210</sup>. En total se ven reflejados 22 términos sobre un total de 32 respuestas.

Al ser mayor el número de términos utilizados en esta segunda fase de la secuencia de preguntas en relación al perfil, se observa, como es lógico, una distribución más regular, siendo la moda 1 (al igual que en la primera opción y opción A), y siendo el término con un ratio de respuestas mayor *investigación* (4), aunque con una incidencia notablemente menor que en la primera parte de la secuencia de descripción del perfil. Los siguientes términos que aparecen con más asiduidad en esta fase son *multimedia* y *diseño* (con 3 respuestas), teniendo *educación* y *programación*, de nuevo, un índice por encima de la media de respuestas, aunque con una incidencia menor que en la primera fase de respuestas de la secuencia (2 respuestas para cada una). Destaca, por lo tanto, el carácter de aproximación genérica de la identificación de las propias actividades por parte de los perfiles consultados, distinguiéndose igualmente el aspecto multidisciplinar que caracteriza los perfiles participantes en los laboratorios.

La distribución homogénea de las respuestas se puede ver reflejada a partir del cálculo de la varianza (0.70248) y la desviación estándar (0.85786), lo que indica justamente que las respuestas han sido de carácter más heterogéneo en esta segunda fase de la secuencia de identificación del perfil.

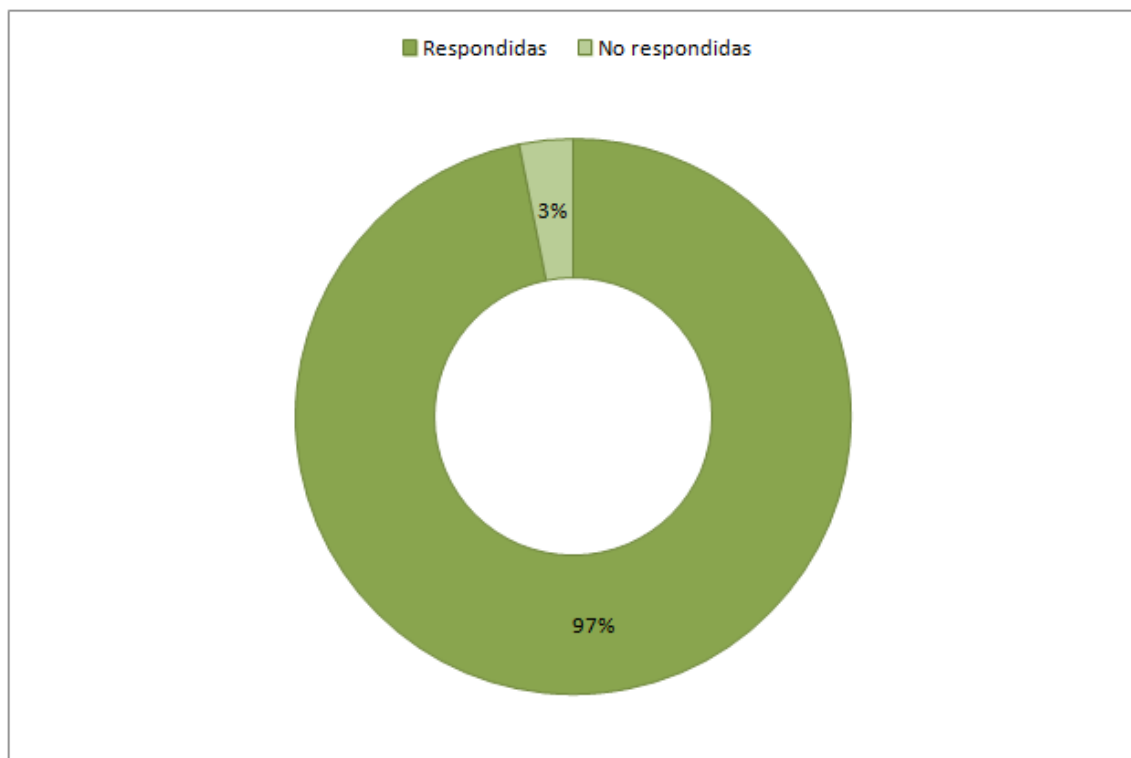
---

<sup>208</sup> Las respuestas entre paréntesis en inglés reflejan la respuesta original del perfil consultado, cuya lengua de origen en este caso no es la lengua castellana. El término ha sido, no obstante traducido al castellano en su acepción común (es decir, siendo un término de uso extendido ya en lengua castellana, proveniente de un tecnicismo acuñado en lengua inglesa para definir un contexto tecnológico o metodológico innovador).

<sup>209</sup> Aparece diferenciada de educación como un término más específico, lo que sería una subcategoría jerárquica de educación.

<sup>210</sup> Un análisis de cada respuesta individual revela que no se produjeron en ninguno de los 32 casos estudiados respuestas repetidas por parte de los perfiles consultados, de modo que las seis opciones se revelan como distintas en cada uno de los casos. Un ejemplo específico de secuencia de respuestas se configura de esta manera: A. Investigación. B. Desarrollo. C. Creación. D. Transmedia. E. Hipermedia. F. Realidad Aumentada.

La tercera opción en la secuencia de respuestas sigue dando lugar a la aparición de términos de carácter más específico, de diversa índole, entre los que se encuentra: interfaz de usuario, media art, gráficos 3D, sistemas embebidos, o tecnologías móviles. A su vez, los términos *creatividad*, *educación*, *programación*, *diseño*, e *investigación*, siguen teniendo una incidencia superior a la media, con dos respuestas cada una. En esta tercera fase de la secuencia de auto-descripción del perfil, el término con mayor incidencia de utilización fue *multimedia*, con 4 respuestas. Por otra parte, el ratio de respuesta a esta pregunta se situaba en el 97%, siendo omitida por un 3%.



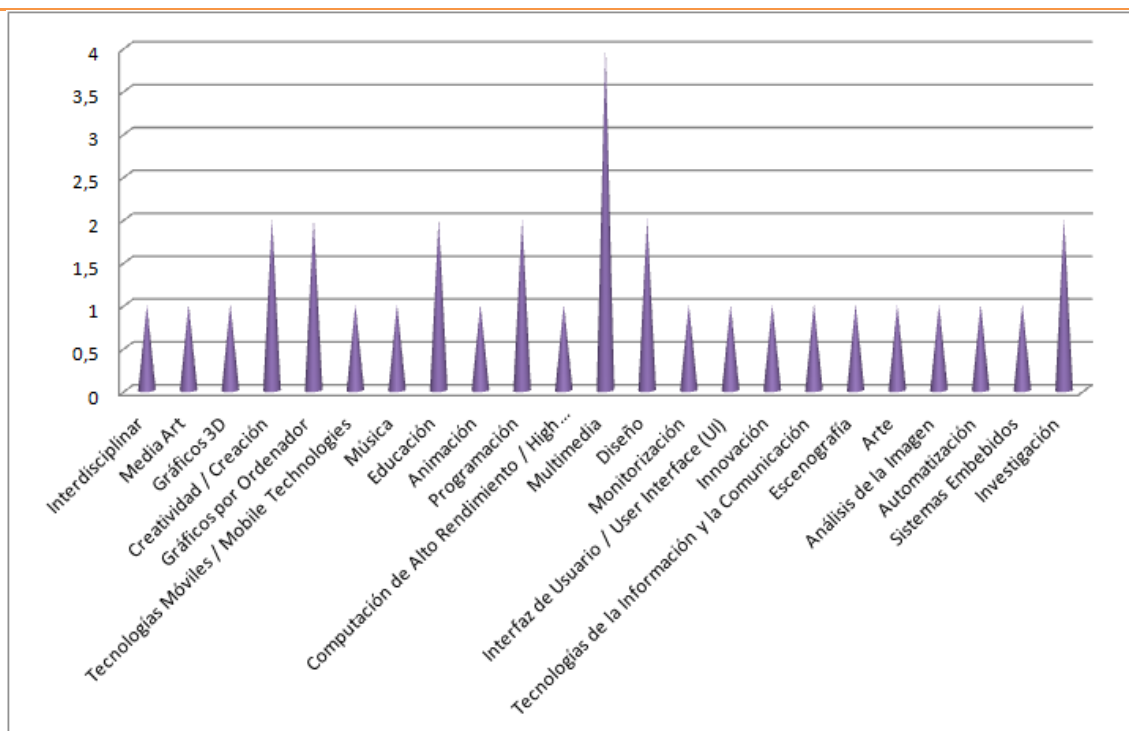


Figura 56. Ratio de respuestas de la tercera parte de la secuencia de definición del perfil disciplinar y de las actividades.

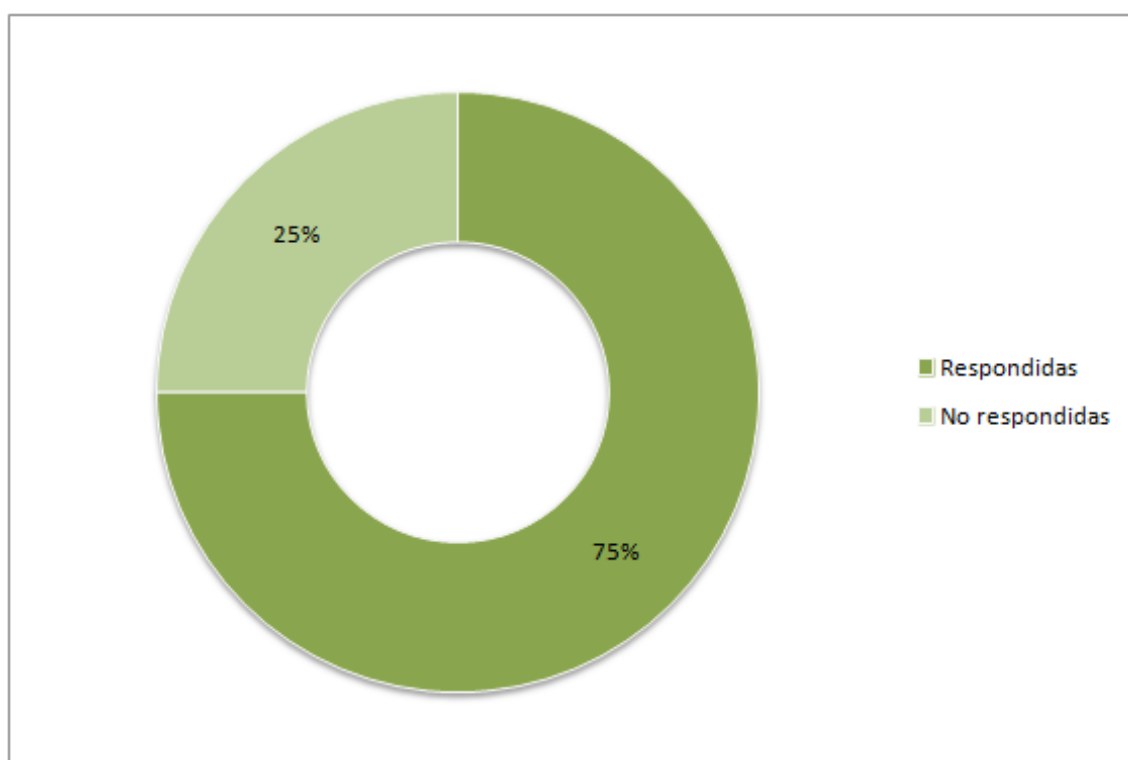
El ratio de incidencia de respuestas ha sido, en este caso del 97%. A su vez, los términos que han aparecido en esta tercera fase de la línea secuencial son, entre otros, *computación de alto rendimiento (high performance computing)*, *tecnologías móviles (mobile technologies)*, *interfaz de usuario (user interface o UI)*, así como *sistemas embebidos*, *media art*, o *gráficos 3D*, siguiendo la línea de heterogeneidad de perfiles. EL número de términos diferentes aportados (después de categorizar los sinónimos), es de 23.

El número de términos recopilados en esta fase, después de la categorización (por ejemplo, después de vincular términos como creación y creatividad), fue de un total de 23. El promedio de respuestas por término fue de 1.3913, mientras que la desviación estándar (0.72232) y la varianza (0.49905) se mantienen en niveles reducidos en relación a la primera fase de la secuencia del estudio, lo que indica que las repuesta se distribuyen sobre todo en una elevada cantidad de términos, en lugar de concentrarse sobre uno o dos, como ya se visualiza en el gráfico anterior.

En lo referente a la cuarta fase de la secuencia de definición del perfil (de 6 fases de que se compone la secuencia), el ratio de respuestas baja considerablemente, pero sigue teniendo una incidencia mayoritaria (del 75%)<sup>211</sup> entre los perfiles participantes en esta fase del estudio.

<sup>211</sup> Hay que recordar que en la pregunta, se les solicitaba a los participantes que aportasen entre 3 y 6 respuestas, con la finalidad de no obtener tan sólo resultados de carácter genérico, y de que perfiles que pudieran considerarse heterogéneos, dispusieran un espacio para introducir más

Los términos que aparecen en esta fase tienen un carácter marcadamente específico en muchos de los casos, si bien es cierto que siguen siendo utilizados términos genéricos ya incorporados en fases anteriores, y con un mayor índice de incidencia que la media, como es el caso de programación (con 3 respuestas) y creatividad (con 2). El resto de los componentes tienen la incidencia de una respuesta, lo que revela fundamentalmente lo que ya se viene repitiendo en las tres fases anteriores: el carácter marcadamente disperso y heterogéneo de los perfiles que participan de los proyectos de los laboratorios y medialabs en cuanto a la categorización de actividades, si bien se encuentran dentro de una serie de líneas genéricas de carácter muy concreto, como son computación, educación, investigación, programación, o arte y multimedia.



de un término que definieran el conjunto de sus actividades. Con este mínimo (sugerido) de 3 y máximo de 6, por una parte, se sugiere que los perfiles participantes reflexionen en torno a las diferentes líneas en las que trabajan, y por otra, se les da la opción de continuar describiendo líneas de trabajo y competencias consideradas de carácter secundario, pero, no obstante, importantes para aproximarse a una definición del conglomerado de perfiles que desarrollan sus actividades en un laboratorio o medialab, permitiendo trazar un mapa de relaciones semánticas y conceptuales, sentando de este modo la base de futuros trabajos de investigación que contribuyan a la construcción retórica de los entornos en los que se incorporan tecnologías asociadas a los diferentes rangos del continuo de la virtualidad y procesos de carácter interactivo y creativo.

## 7. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

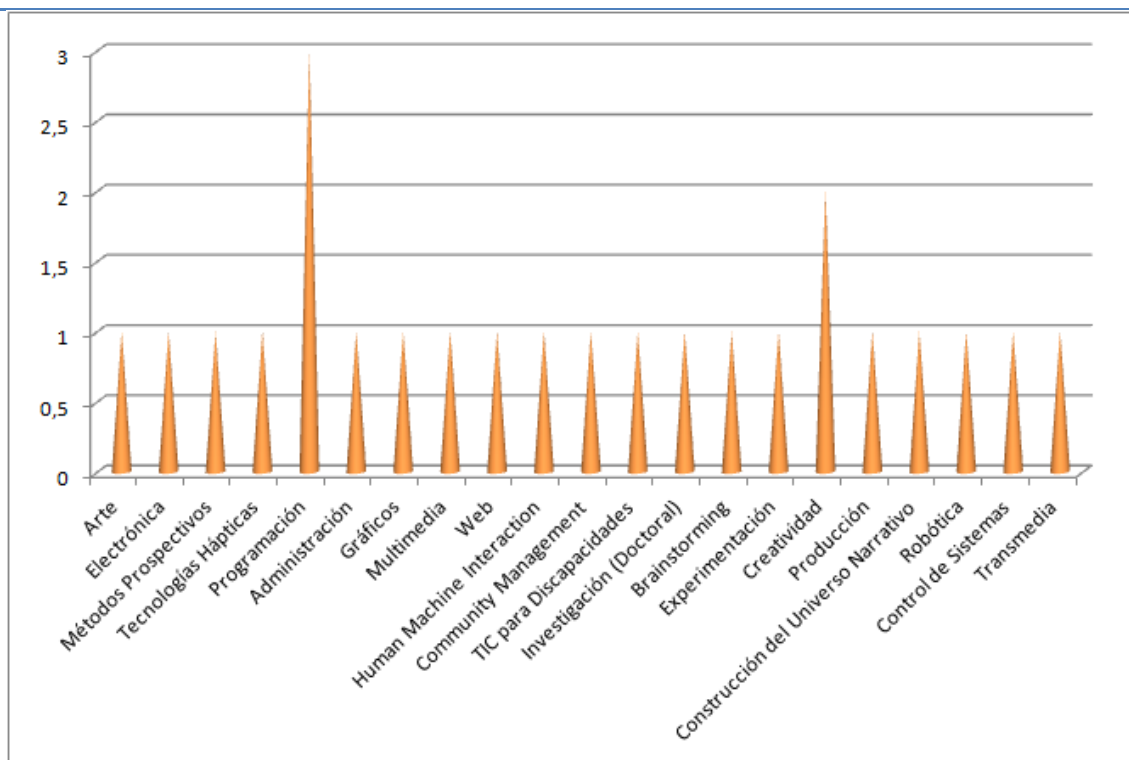


Figura 57. Ratio de respuesta de la cuarta fase de la secuencia de preguntas, correspondiente a la respuesta D.

Los términos que aparecen en esta fase son construcción del universo narrativo, *community management* o *tecnologías hápticas*. Junto a ello, los dos términos genéricos que tienen un ratio de respuesta con una mayor incidencia son *programación* (con 3 respuestas) y *creatividad* (con 2), y que vienen teniendo en fases anteriores un ratio de incidencia mayor que el promedio ponderado.

Los términos que aparecen en esta cuarta fase son *tecnologías hápticas* (que puede ser categorizada dentro del contexto de hardware o simplemente tecnología), métodos prospectivos (en investigación), *TIC para discapacidades* (en TIC), *control de sistemas* (en computación, programación, o cibernética), *brainstorming* (en creatividad) o *community management* (en comunicación)<sup>212</sup>, entre otros, lo que permite realizar una tentativa aproximativa a la visualización de las líneas de trabajo específicas, categorizadas en ámbitos más genéricos (como aquellos mencionados en el párrafo anterior).

El número de términos que aparecen reflejados en este caso son 21, con un promedio de 1.14286 respuestas por término, lo que refleja, en la misma línea que en fases anteriores de la secuencia, la dispersión de términos incorporados, perteneciendo por otra parte al conjunto de categorías más genéricas exploradas anteriormente, como multimedia, programación, creatividad, educación o investigación. La desviación

<sup>212</sup> Los términos *comunicación* o *cibernética* no aparecen en estas primeras fases de la secuencia. No obstante, su consideración se hace necesaria para englobar, como áreas del conocimiento, términos más específicos como los referidos en esta cuarta fase de la investigación.

estándar y la varianza dan resultados, respectivamente, de 0.47809 y de 0.21769, lo que refuerza la idea que ya es observada en el gráfico y que permite sentar una de las conclusiones de la investigación: los agentes implicados en los procesos de los laboratorios y medialabs poseen perfiles de carácter multidisciplinar que evidencian la naturaleza STEAM de los contextos en los que se desarrollan tales procesos.

En la quinta (y penúltima) fase de la presente secuencia de investigación, el ratio de respuesta, si bien fue ligeramente mayoritario que el de aquellos perfiles que no introdujeron un término, disminuye considerablemente con respecto a secuencias anteriores del estudio (más de un 40% en el caso de las tres primeras fases de la secuencia y un 19% con respecto a la cuarta).

El número de términos usados en esta fase fue de 17 sobre 18 respuestas, teniendo todos los términos 1 sola respuesta salvo *administración*<sup>213</sup>, que en este caso aparece marcada en dos ocasiones. Por ello el promedio de respuestas por término incorporado es muy cercano a uno (1.05882) lo que incide en la idea de dispersión terminológica, categórica y semántica, según vamos profundizando en la auto-percepción de los perfiles implicados. Los valores de la varianza y la desviación estándar son, tal como se espera, según se observa en la gráfica, reducidos (0.24254 y 0.05536 respectivamente).

---

<sup>213</sup> El concepto administración puede ser encuadrado dentro de la terminología genérica, en la misma línea que los que ha sido referidos con anterioridad, como *creatividad*, *investigación*, *educación*, etc. Esto aporta, además, una nueva dimensión, al indicar que los perfiles que habitualmente son tecnológicos, relacionados con la investigación, o educativos, inscriben dentro de los procesos de los laboratorios tareas relacionadas con la gestión y la administración, si bien, al ser referido en la fase F de la secuencia de términos con los que los agente implicados auto-perciben sus funciones, toma, a priori, un cariz marcadamente secundario.

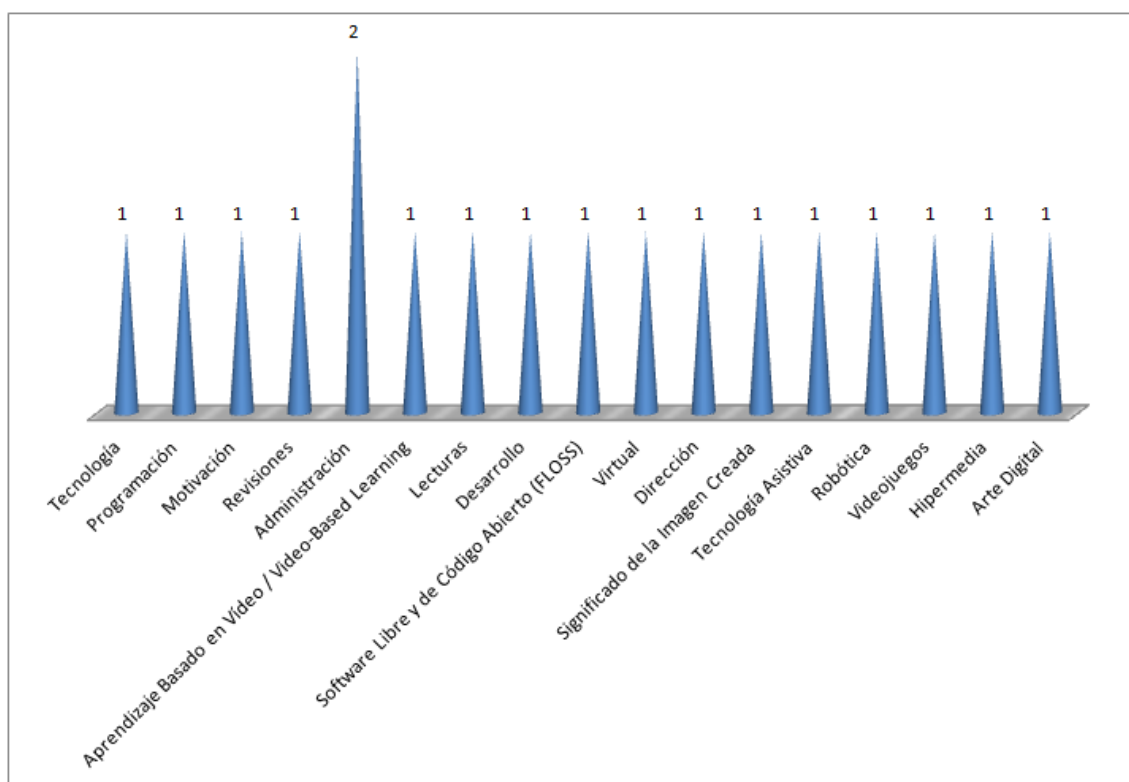
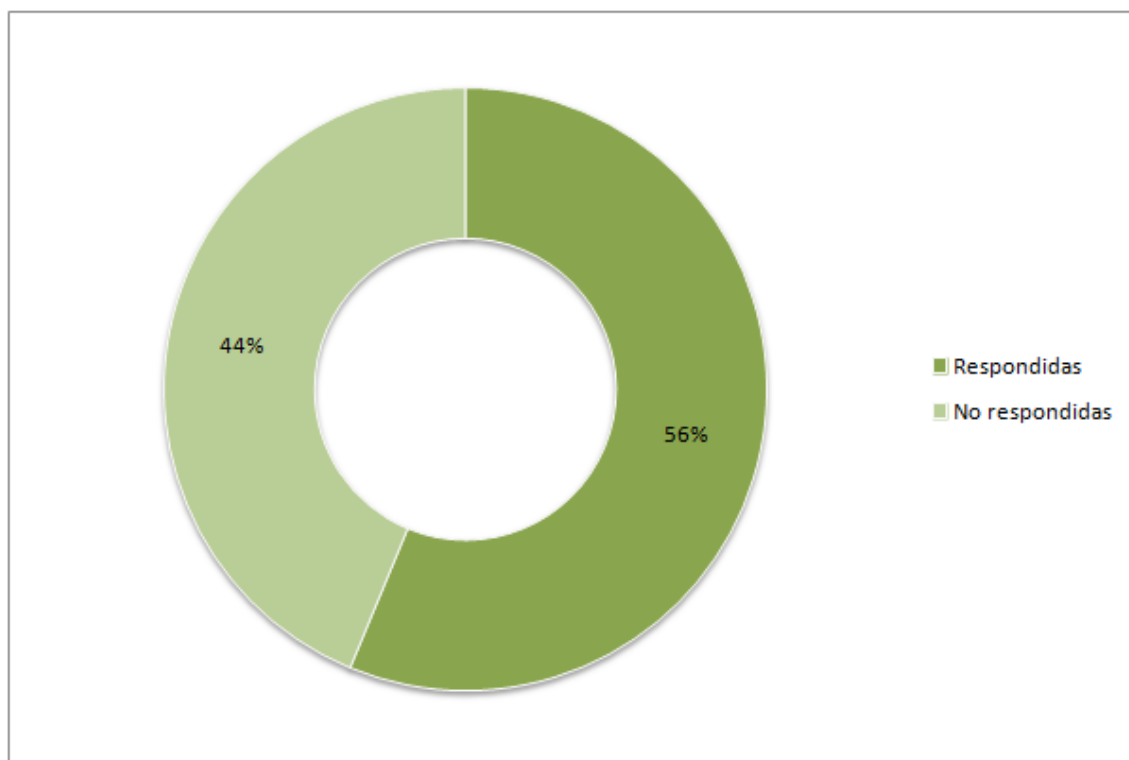


Figura 58. Ratio de respuestas de la quinta opción (E). El número de respuestas en esta fase de la secuencia se reduce considerablemente, habiendo respondido un total de 18 participantes sobre una muestra de 32 (N=32).

Los términos que aparecen en este nivel son *aprendizaje basado en vídeo (video-based*

---

*learning*), *software libre y de código abierto* (el encuestado respondió con el acrónimo FLOSS o *free/libre and open source software*), *lecturas, motivación, o significado de la imagen creada*. Llama la atención la aparición del término *videojuegos*, precisamente, por su baja incidencia a lo largo de la secuencia, ya que en otras fases del estudio la consideración del uso y reflexión en torno a los videojuegos tiene un carácter relevante, precisando ser este hecho estudiado en mayor profundidad.

---

Junto a los términos de carácter más global como programación, dirección (incorporado por vez primera) y tecnología, aparecen otros más específicos, como videojuegos, *aprendizaje basado en vídeo* (*video-based learning*), *software libre y de código abierto* (*free/libre and open source software* o FLOSS), *lecturas, revisiones, motivación, o significado de la imagen creada*. Por una parte, es importante destacar la dificultad para incorporar estos términos en categorías anteriores, y por otra, la apertura, debido a esto último, a nuevas líneas de trabajo e investigación emergentes que definen las actividades de los perfiles. De esta manera, FLOSS puede ser categorizado dentro del término genérico tecnología, lecturas y revisiones, pueden ser categorizadas en comunicación (aunque también en otras líneas), y *significado de la imagen creada*, en *semiótica o comunicación*.

El término *videojuegos* aparece por primera vez en esta fase de la secuencia, fenómeno que es importante destacar ya que constituye uno de los aspectos relevantes de la investigación, y en el contexto de la secuencia estudiada en el presente apartado tiene una presencia reducida. Una de las razones que lo explicarían, siendo necesarias investigaciones específicas en relación al fenómeno, es que los agentes implicados no provienen específicamente del entorno del videojuego, pero sí que presentan, como demuestran otras partes del estudio, un interés creciente por los mismos para aplicar metodologías o mecánicas de juego dentro de los procesos de creación e investigación que desarrollan en los laboratorios.

El mismo fenómeno podría servir para explicar la ausencia de términos realidad virtual o realidad aumentada (en esta fase aparece referido una vez el término *virtual*, sin profundizar en especificaciones). Esto puede significar, sentando la base de futuras líneas de investigación, que no existe una auto-percepción de desarrollo de actividades de realidad virtual y aumentada en los laboratorios y medialabs, pero, a partir de otras metodologías utilizadas a lo largo del presente trabajo de investigación, sí que pueden ser observadas una serie de fenómenos que indican un deseo creciente y una necesidad de incorporar metodologías que se fundamentan en la interacción que ofrece la realidad aumentada, y la inmersión que ofrece la realidad virtual, y que su implementación es susceptible de mejora con la optimización paralela de los dispositivos.

Esto puede ser explicado, también, a que los términos realidad virtual y realidad aumentada no se circunscriben dentro de una profesión concreta dentro de los ámbitos



estudiados<sup>214</sup>, sino como una serie de herramientas de carácter transversal, que vienen siendo incorporadas en ámbitos multimedia (en los que ya es posible observar desde hace tiempo, otros factores), y que dependen en parte del auge de los dispositivos. Por otra parte, la explicación de la ausencia de términos propiamente dichos como continuo de la virtualidad, se explica fácilmente a que éste forma fundamentalmente parte de la literatura científica, y los perfiles implicados hacen uso, normalmente, de una simbología que permita la comunicación interactiva, sin la necesidad de recurrir al concepto acuñado por Milgram y Kishino (1994), que se utiliza para describir fenomenología compleja, relacionada con el marco teórico presente, y separada en gran cantidad de ocasiones de los procesos que se llevan a cabo en laboratorios, procesos que tienen, por otra parte, una relación estrecha con la heurística y la experimentación. Es, además probable que conceptos como *realidad virtual*, *realidad aumentada*, *realidad mixta* o *continuo de la virtualidad*, formen parte del lenguaje, a nivel de investigación de los perfiles implicados (este fenómeno no se ve, no obstante, reflejado), recordando que un 70% de la muestra, en este caso, lo conforman perfiles que desarrollan, además, sus actividades en una universidad, independientemente de que luego colaboren con un laboratorio o medialab. No obstante, tal como se observa, es un lenguaje que pertenece más al ámbito de la literatura científica que el de la práctica.

En lo referente a la sexta parte de la secuencia de estudio sobre la auto-percepción del marco de actividades desarrolladas, el ratio de respuesta fue, por primera vez ligeramente inferior al 50% de la muestra participante. Concretamente, el ratio de respuestas fue de 44% frente a un 56% de omisión de esta respuesta. Teniendo en cuenta que en la pregunta se sugería un mínimo de 3 respuestas y un máximo de 6, el ratio de participación es elevado, pudiéndose comprobar que un elevado porcentaje respondió las preguntas a partir de la D, que corresponde a la cuarta parte de la secuencia de seis.

Los términos que aparecen en esta parte de la secuencia poseen fundamentalmente un carácter circunscrito a parte de los ámbitos globales ya analizados. De hecho, el término *trabajo de campo* puede circunscribirse, perfectamente, dentro del ámbito de carácter más genérico *investigación*. De la misma manera *pedagogías libres* se enmarca fundamentalmente en el ámbito *educación*, puede ser incluido en otros ámbitos transversales, tales como creatividad, de modo que la convergencia y el carácter transversal entre conceptos y fenómenos que contribuyen a aportar una serie de líneas, discursivas y ontológicas, de los fenómenos que combinan el uso y exploración del

---

<sup>214</sup> Recordando que no se han analizado de manera específica estudios y empresas asociados con la industria de la realidad virtual ni aumentada, lo que por otra parte daría lugar a la apertura de líneas de investigación emergente, susceptibles de tener un impacto significativo en la industria de la realidad virtual, realidad aumentada, y videojuegos.

espacio con la tecnología y el desarrollo de proyectos, permitiendo así reflexionar en torno a las aplicaciones potenciales de metodologías y procesos de carácter emergente, que vienen dándose desde hace unas décadas.

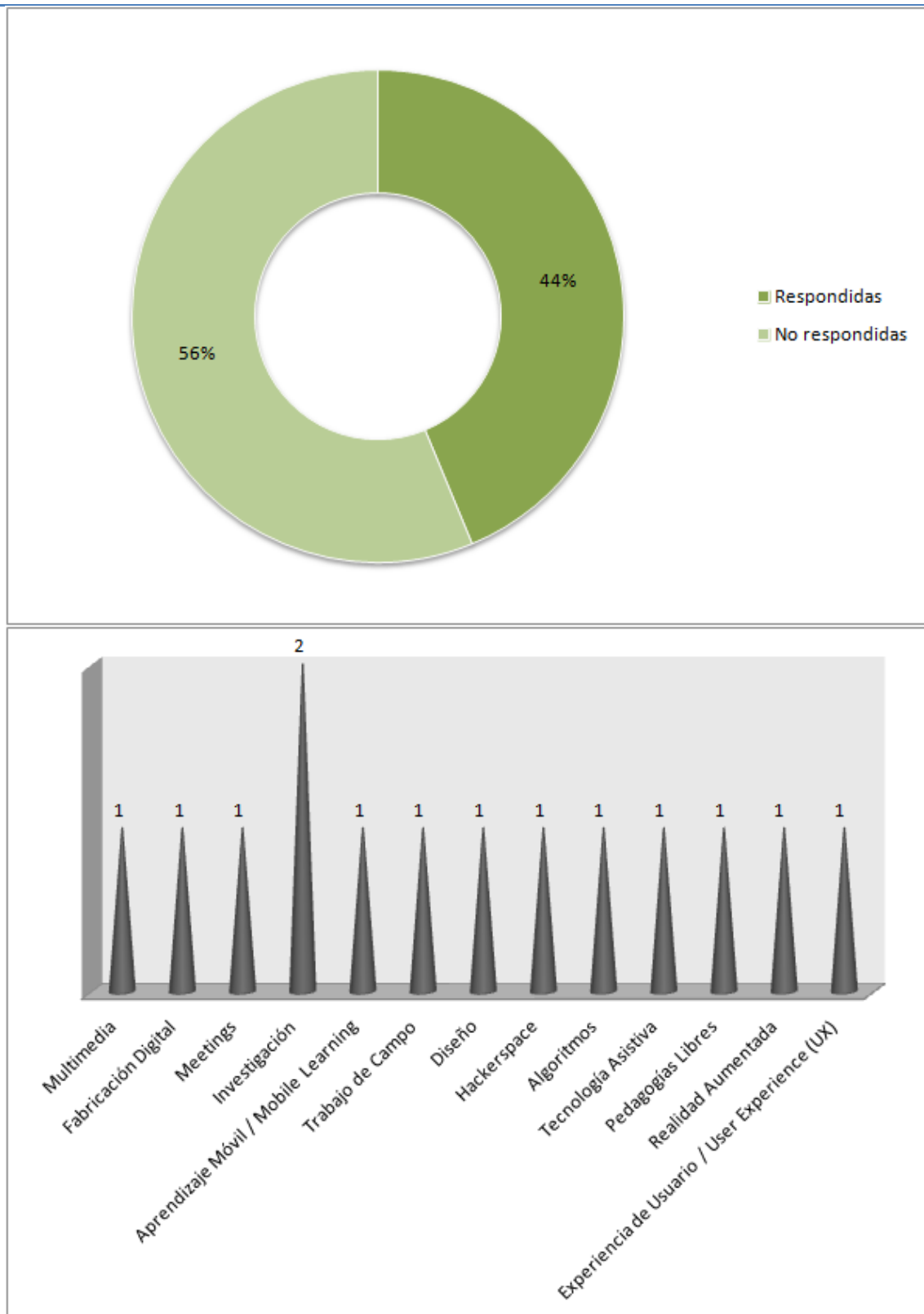


Figura 59. Ratio de respuestas de la sexta parte (F) correspondiente a la secuencia en la

---

que se solicita a los perfiles implicados definir el rango de actividades que llevan a cabo en el laboratorio o medialab.

Los términos que ya aparecen de manera recurrida en ocasiones anteriores son investigación, multimedia, diseño e incluso algoritmos. No obstante, se puede observar la aparición de terminología más específica, como *trabajo de campo*, *meetings* o *hackerspace*, enmarcadas claramente dentro de conceptos de carácter más global, tal como *programación*, *comunicación* o *investigación*.

---

La aparición de términos como *hackerspace* (que puede ser incorporado semánticamente dentro del ámbito más genérico como programación) hace también referencia a líneas de trabajo emergentes que forman parte de la idiosincrasia de los propios laboratorios y medialabs, lo que contribuye a dibujar la naturaleza, las expectativas, y el propio espacio, de cómo pueden configurarse escenarios futuros para la colaboración, el desarrollo de proyectos, la investigación, o la experimentación con la tecnología o las dimensiones del espacio, así como la transformación de los propios medios, métodos, y vías, a través de los cuales se produce la interacción.

En esta parte del estudio pueden ser observados, además, una serie de patrones que ayudan a definir la propia naturaleza de los entornos que son analizados en otras fases del estudio. De esta manera, la generación de palabras clave que describen las actividades de los perfiles implicados tiene, por una parte, una componente genérica relevante, como se viene observando con los términos ya referidos. Por otra, se puede observar una tendencia, que si bien hace gala de un alto grado de dispersión (y esta es una de las observaciones fundamentales de esta parte del estudio), se enmarca de manera mayoritaria dentro de los ámbitos referidos, siguiendo además la tendencia de ir de lo general a lo particular. En este aspecto, a la hora de desarrollar un lenguaje y un carácter simbólico y comunicativo de tales fenómenos, consolidados pero, a su vez, en constante evolución, esta parte del estudio incorpora una serie de elementos que pueden realizar aportaciones relevantes a la hora de elaborar escenarios que tengan como pilares fundamentales el uso de tecnologías digitales y los procesos creativos, y se enmarque comúnmente dentro de las disciplinas STEAM.

### 7.1.2. Identificación de uso de técnicas de creatividad en los laboratorios y medialabs.

La aproximación al uso de técnicas de creatividad conforma, también, a su vez, una parte fundamental en lo referente al objeto de estudio. A este respecto, los perfiles implicados han sido consultados en torno al uso de técnicas de creatividad en lo referente a los procesos llevados a cabo en el entorno de trabajo, midiendo la percepción del uso de técnicas mediante una escala de Likert o método de evaluaciones sumarias, con rangos que oscilan entre 1 (nada de acuerdo) y 5 (completamente de acuerdo), procediendo así al uso de una serie de variables (multivariable) cuantitativas, que equivale al grado de aceptación de uso de técnicas de creatividad en los contextos

en los que los perfiles implicados desarrollan sus actividades. El número de respuestas obtenidas, para una muestra de 32 ( $N=32$ ), fue de 29 para todos los perfiles implicados (un 90,65%), a excepción de las técnicas *SCAMPER*, *Imanchin: Pensar mientras se pasea*, y *Think outside the box*, cuyo número de respuestas obtenidas para la muestra de 32 participantes fue de 28 (87,5% de ratio de respuesta sobre  $N=32$ ).

Las técnicas de creatividad que son utilizadas para el estudio constituyen una selección de técnicas usadas comúnmente en teorías aproximativas al propio estudio de la creatividad (Guilford, 1967, Csikszentmihalyi, 1996, Colton, Pease y Charnley, 2011, Hemlim et al., 2013), estudios de carácter científico y aplicados a proyectos concretos (Duch y Pilichowski, 2007, Schmitt et al., 2012. Gero y Maher, 2013, Kassim et al., 2014), así como en sitios web especializados<sup>215</sup>. La selección de las propias técnicas para la encuesta se ha desarrollado en función al grado de aparición en la literatura revisada y consultada, teniendo en cuenta, a su vez las propias limitaciones logísticas de la encuesta, debido al cada vez mayor grado de variedad y disponibilidad de técnicas en el presente contexto, potenciando, además, a partir de la propia mediación de tecnologías, la incorporación de nuevas dimensiones de interacción y desarrollo de ideas, como es el caso del *brainstorming electrónico* (Buisine et al., 2012).

Un análisis de los resultados preliminares muestra un reconocimiento de uso mayoritario del *brainstorming*, con un promedio ponderado de 4,69 en escala de Likert de 1 a 5. Además, la práctica totalidad de los resultados se concentran en los rangos Totalmente de acuerdo (20) y De acuerdo (9), dando por tanto unos grados de desviación estándar y varianza bajos en comparación con el uso de otras técnicas (0.47082 para la primera y 0.21403 para la segunda), debido a que la mayor parte de las respuestas se concentran exclusivamente en dos rangos, en este caso.

Otras dos técnicas con un elevado porcentaje de incidencia de reconocimiento de uso, en lo relativo a valor de promedio ponderado, son los *mapas mentales* (3,90 de promedio ponderado) y las *analogías* (3,76). En el caso de los *mapas mentales*, en primer lugar, la incidencia de uso en escala de Likert de 1 a 5 es de solamente 3 respuestas si sumamos los casos de *Totalmente en Desacuerdo* y *En Desacuerdo*. Tal como se observa, no obstante, la desviación estándar (1.04693) y la varianza (1.05826) adquieren valores notablemente mayores que el de la respuesta para el *brainstorming*, debido fundamentalmente a que el rango de preguntas aparece distribuido a lo largo de los cinco valores de la escala de Likert. En cuanto a las respuestas recopiladas para la técnica *analogías*, la desviación estándar y la varianza son todavía mayores (1.32706 y 1.70036 respectivamente), lo que indica la distribución heterogénea de las respuestas en los cinco grados de la escala, con gran cantidad de valores alejándose del promedio ponderado.

---

<sup>215</sup> Este es el caso de la revista on-line *Neuronilla*, que aporta información de interés en relación al tema abordado. Recuperado en 2014-08-12 de <http://www.neuronilla.com/>

En relación a las técnicas que tuvieron un menor grado de incidencia en lo referente a la percepción y reconocimiento de su uso, aquellas que obtuvieron una media ponderada menor son los *business war games* (2,03), la *biónica* (2,31), y el *SCAMPER* (2,39), situándose cerca del valor de la escala de Likert *En Desacuerdo*.

En referencia a la técnica de creatividad, de entre las cuales su uso ha sido estudiado a partir de las técnicas referidas en los laboratorios y medialabs, que presenta un grado inferior de incidencia de utilización (*business war games*), esta presenta una desviación estándar (1.149) y una varianza (1.27467) mayor que aquella observada anteriormente en la técnica que obtuvo una mayor media ponderada (*brainstorming*), lo que quiere decir que la unanimidad de respuesta de uso no fue tan marcada como en la esta, presentando un mayor índice de dispersión, que puede ser debido a dos factores: por una parte el sesgo (es decir, que una parte de la muestra encuestada reconociera un mayor índice de uso que el que realmente ejercita), y por otra, el uso de la técnica (o por lo menos el conocimiento de su funcionamiento) en entornos muy específicos, siendo, por otra parte completamente desconocido en otra serie de contextos relevante. Como se observa, su desviación estándar y su varianza son ligeramente superiores a los de la técnica de los mapas mentales, de lo que podemos deducir, a priori, un comportamiento de dispersión similar, lo que permitiría sentar las bases para profundizar en las causas y los contextos en los que se observa este tipo de dispersión concreta.

En lo referente a la técnica de la *biónica* (cuyo impacto es relevante en el mundo de la industria y de la ingeniería, pero que, como se observa, su uso como técnica de creatividad no es percibida por los perfiles implicados), los valores numéricos que la definen son 1.19832 para la desviación estándar y 1.38644 para la varianza, lo que suponen valores ligeramente más elevados, pero de rango similar al de los *business war games*, lo cual plantea la regularidad de las medidas de dispersión enmarcadas en este rango, teniendo en cuenta que un valor de dos, al existir cinco valores en la escala, se puede considerar en este caso un valor muy elevado<sup>216</sup>.

La tercera técnica que presenta un grado de utilización menor en el contexto analizado es el *SCAMPER*. El *SCAMPER*, acrónimo compuesto por las iniciales de las palabras *sustituir, combinar, adaptar, modificar, proponer, eliminar e invertir*, es una técnica comúnmente utilizada en el contexto corporativo, cuyo uso ha sido común en la

---

<sup>216</sup> Debido a que los valores de la varianza y la desviación típica lo constituye el grado de alejamiento de cada unidad medida (en este caso, de cada respuesta del usuario), con el promedio ponderado. En el caso de la desviación estándar, al ser la raíz cuadrada de la varianza, la medida se encuentra para una escala de Likert de 1 a 5 en un rango máximo aproximado de 2, ya que es la distancia máxima que puede alcanzar un valor de diferencia con respecto a la media ponderada, cuando este se sitúa en el promedio de tres. Esto quiere decir, por ejemplo, que si tuviéramos la mitad de los valores en 1 (Totalmente en Desacuerdo) y la otra mitad en 5 (Totalmente de Acuerdo) para un N par, el valor (aproximado) de la desviación estándar sería de 2, lo que corresponde a su valor máximo para este caso.

segunda mitad del siglo XX. Las causas por las que presenta una incidencia de uso, relativamente baja, no obstante, en el contexto analizado, precisan ser estudiadas, constituyéndose como objeto de estudio para futuras investigaciones relacionadas con la temática. Uno de los factores por los que se puede explicar la baja incidencia de reconocimiento de uso de la técnica, en los contextos analizados, es precisamente la propia naturaleza de la técnica. Al ser una muestra de chequeo, puede constituir una técnica de creatividad menos apropiada para entornos de carácter interactivo y que presentan una fuerte componente dinámica, como son los laboratorios y los medialabs. Otro de los posibles motivos de baja incidencia de uso en el presente contexto es el no reconocimiento de la técnica debido a que está constituido por un acrónimo, lo cual puede constituir un factor de influencia negativo (incluyendo los sesgos) en lo referente al funcionamiento y naturaleza de la técnica propiamente dicha. Los valores para la desviación estándar y la varianza son 1.22744 y 1.45281 respectivamente.

En lo referente del análisis de las medias ponderadas en relación al uso de las técnicas de creatividad en los contextos estudiados, los valores obtenidos son clasificados en cuartiles, de modo que sea posible una visualización más específica de la naturaleza de las técnicas más utilizadas y las menos utilizadas, en tales contextos referidos. A este respecto, el primer cuartil se sitúa en el valor de 2,64, la mediana (segundo cuartil) en el valor 3,34, y al tercer cuartil le corresponde un valor de 3,66. Por lo tanto, las técnicas de creatividad, en relación a su uso en los contextos estudiados, que se sitúan por encima del tercer cuartil son cuatro: *brainstorming*, *mapas mentales*, *analogías*, y *procesos de resolución creativos de problemas (CPS)*<sup>217</sup>. En la parte donde se sitúan las técnicas con menor grado de incidencia de uso reconocido en tales contextos, por debajo del primer cuartil, encontramos las ya mencionadas *SCAMPER*, *biónica*, y *business war games*, junto con *Ideart*, a la que le corresponde una media ponderada de uso reconocido de 2,64, lo que corresponde al corte del primer cuartil.

---

<sup>217</sup> A la que realmente le corresponde el tercer cuartil, ya que constituye el valor de corte del mismo.

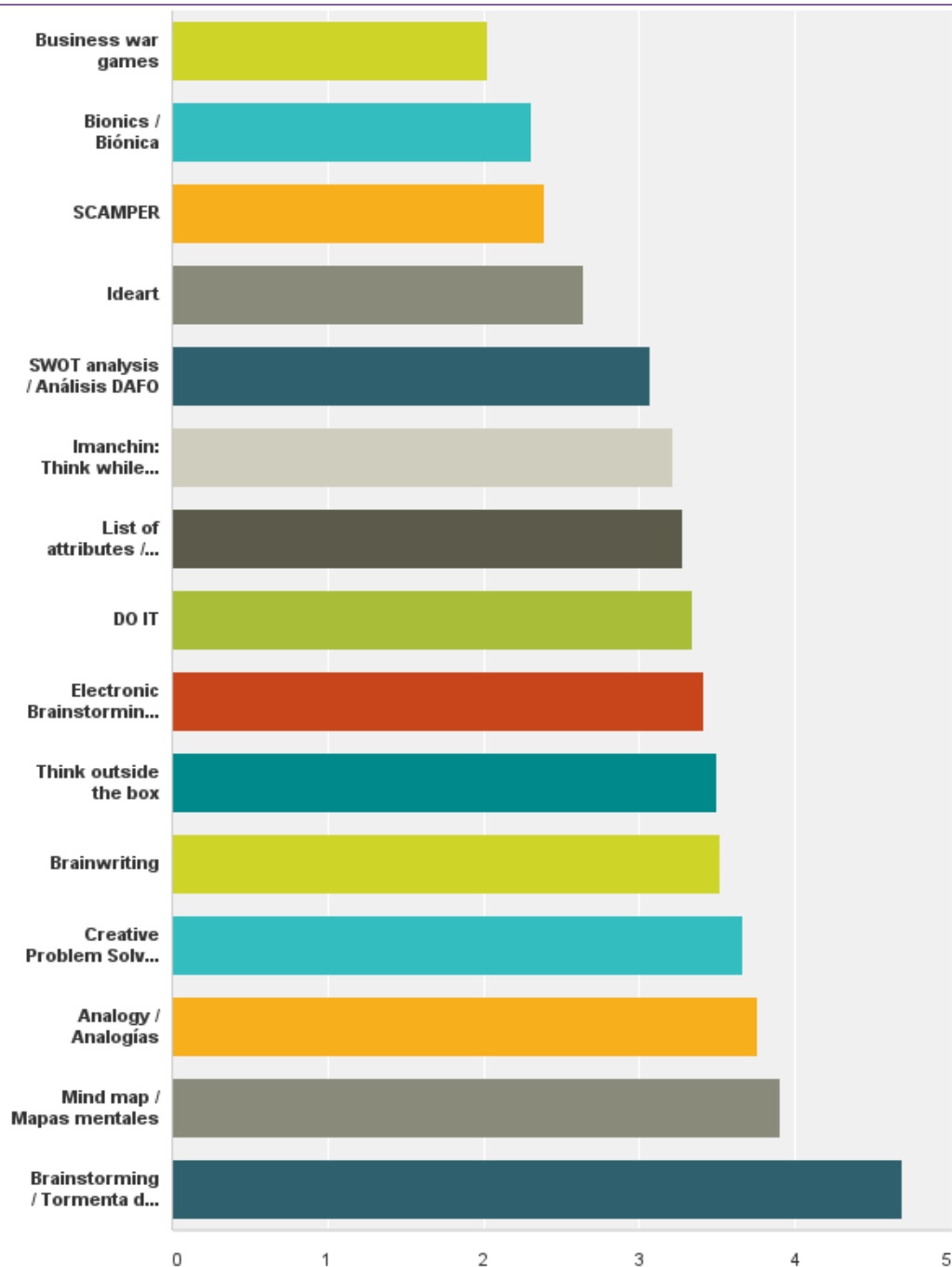


Figura 60. El uso de técnicas de creatividad, según promedio ponderado en los entornos analizados, que muestra la incidencia de uso reconocido de técnicas de creatividad.

La media ponderada de la *tormenta de ideas* o *brainstorming* fue la más elevada, con un resultado de 4,69 en una escala de Likert de 1 (nada de acuerdo) a 5 (completamente de acuerdo). Los *mapas mentales* y las *analogías* (con una media de 3,90 y 3,76 sobre la misma escala) son las dos técnicas más utilizadas inmediatamente después del *brainstorming*. Aquellas cuyo uso reconocido es menor son, en este orden: *business war games*, la *biónica*, y el *SCAMPER*, con una media ponderada respectiva de 2,03, 2,31, y 2,39 en la misma escala.

### 7.1.3. Percepción de utilidad en relación al uso de tecnologías digitales para la interacción y el desarrollo de ideas.

La incorporación de los modelos de aceptación de tecnología (TAM) al contexto relativo a los procesos de interacción, producidos en los entornos que son estudiados desde perspectivas heterogéneas, se configura a través de la elaboración de una serie de cuestiones, relativas a la relación de los agentes implicados con el espacio (sea este físico, virtual o mixto) y con los componentes que conforman tales espacios, a modo de objetos físicos, dispositivos tecnológicos, superficies de interacción o interfaces, y objetos virtuales. La muestra se compone, en este caso, de los mismos agentes participantes que en las experiencias descritas en páginas anteriores, siendo por tanto  $N=32$ . El ratio de respuesta es de 30, frente a 2 omisiones, lo que equivale a un 93,7%.

Las preguntas que son planteadas en esta fase de la investigación, corresponden a la siguiente secuencia (en orden de aparición de la pregunta), siendo el valor de medición, de nuevo, la escala de Likert (correspondiendo igualmente a los valores 1.- *Totalmente en Desacuerdo* y 5.- *Totalmente de Acuerdo*). La media ponderada (de 1 a 5), que se muestra en el siguiente gráfico, aparece a su vez entre paréntesis:

- *Suelo aportar constantemente ideas al proyecto (4,33).*
- *El uso y la interacción con las tecnologías de las que dispongo en el lab/medialab/universidad contribuyen a que pueda desarrollar ideas creativas (4,03).*
- *Pienso que el papel de las tecnologías digitales es indispensable para desarrollar ideas creativas (3,97).*
- *Pienso que la tecnología actual me permitiría llevar a cabo cualquier idea que tuviera siempre que aprendiera la técnica (4,10).*
- *La interacción con otras personas me ayuda a desarrollar ideas innovadoras (4,80).*
- *La interacción con entornos virtuales 3D me ayuda a desarrollar ideas (3,67).*
- *La interacción con juegos interactivos me ayuda a desarrollar ideas (3,83).*



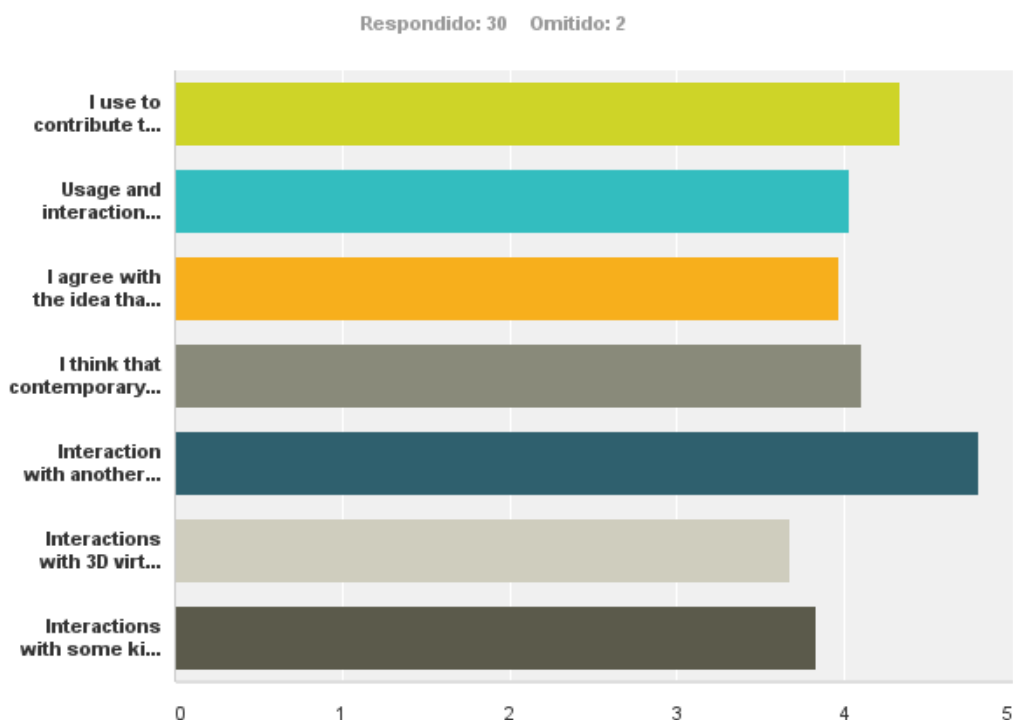


Figura 61. Este gráfico muestra las medias ponderadas (en escala de Likert de 1 a 5) de percepción de la calidad del desempeño de actividades en relación con diferentes grados de interacción.

La media ponderada más elevada se dio en la percepción de mejora del desempeño de las actividades en relación a la interacción con otras personas (4,80 en escala de 1 a 5, lo que plantea la importancia del factor humano y emocional de las interacciones en los laboratorios y espacios creativos). En general, los agentes que participaron en el estudio mostraron un grado de aceptación relativamente elevado a la hora de incorporar las tecnologías digitales para desarrollar proyectos creativos, siendo, además, la interacción con entornos virtuales 2D y 3D un factor con tendencia a la valoración positiva.

A partir de la observación de este tipo de factores que ponen el foco en la interacción con los diferentes componentes de los entornos analizados desde perspectivas heterogéneas, se describe a continuación una aproximación a primeros resultados preliminares:

El componente más valorado, en términos generales, por los agentes implicados en los proyectos relativos a los laboratorios y medialabs, es el *factor humano*. Destaca, de manera visible y sobre los otros factores estudiados en esta secuencia del análisis, la importancia de la interacción con otros individuos en los contextos y entornos donde se pretende desarrollar proyectos de índole creativa. Este factor es relevante, si bien es cierto que el estudio precisa de métodos inductivos para extraer conclusiones generales, que puedan ser extrapolables a metodologías y estrategias para construir los entornos

donde se lleven a cabo proyectos de índole creativa y constructivista, mediados por tecnologías que se encuentran en el rango del continuo de la virtualidad.

Por lo general, el resto de factores evaluados se encuentran por encima del promedio de aceptación, no habiendo ninguno que descienda del parámetro *Ni de acuerdo ni en desacuerdo*. El rango oscila, como se observa, entre 3,67 para el valor de promedio ponderado más bajo detectado, que corresponde a la percepción de la capacidad que tienen los entornos virtuales tridimensionales de aportar ideas, y 4,33, el segundo valor más alto registrado, que es la percepción del propio individuo de su papel a la hora de aportar ideas dentro de los proyectos<sup>218</sup>.

La presencia de tecnologías contribuye igualmente al desarrollo de ideas creativas dentro de los contextos analizados en el presente estudio. Por lo tanto, los agentes implicados, consideran, en términos generales (con un promedio ponderado de 4.- *De Acuerdo*), que la presencia de tecnologías es un factor fundamentalmente positivo, y por tanto su implantación en contextos en los cuales se desarrollan proyectos con una componente heurística y constructivista elevada.

Se presenta, al mismo tiempo un elevado grado de percepción, por parte de los perfiles implicados, de la capacidad de la tecnología de llevar a cabo cualquier idea que tuvieran en mente, y donde la propia limitación es el tiempo de aprendizaje de la técnica. Esto quiere decir que existe un nivel de percepción alto, en los perfiles implicados, de las propias capacidades de la tecnología en el presente contexto, y que lo que limita el desarrollo de ideas y proyectos es fundamentalmente el factor *tiempo* y la *percepción de facilidad de uso*. Es decir, existe una idea abstracta de potencial de la tecnología para desarrollar proyectos de índole heurística y creativa, pero también el requerimiento del proceso de aprendizaje y mejora para la implantación de una tecnología o metodología concretas.

Para concluir esta parte del estudio, se observa que los factores *tecnología* e *interacción* (a la vez que el *factor humano* antes mencionado), constituyen una tendencia emergente (si no ya consolidada) en los contextos de creación constructivista y desarrollo de proyectos analizados (laboratorios y medialabs), de modo que en un contexto para el aprendizaje de o trabajo con las disciplinas enmarcadas en el ámbito STEAM, la tecnología que permite, por una parte, interactuar con el entorno a partir de la *aumento* del propio entorno, *prolongarlo*, o *simularlo*, por otro a través de la virtualidad, ofrece un campo de estudio emergente desde perspectivas diversas que precisa a su vez aproximarse a la elaboración de una serie de marcos de convergencia

---

<sup>218</sup> Este valor, en el que se evalúa la autopercepción de los sujetos de aportar una serie de elementos al contexto común (en este caso ideas innovadoras) suele ser comúnmente elevado debido fundamentalmente a sesgos como el *sesgo optimista* o el efecto *Lago Wobegon*, que tiende a sobreestimar las propias capacidades y la relevancia de las acciones desarrolladas por uno mismo.

de las tecnologías asociadas al continuo de la virtualidad con el entorno, los sujetos implicados, y los objetos con los que se producen tales interacciones.

#### 7.1.4. Realidad aumentada, PE y PEOU en el entorno

Medir el grado de aceptación de la realidad aumentada, por parte de los agentes implicados, en contextos y entornos que se manifiestan como heterogéneos, permite poner el foco en el desarrollo de estrategias y metodologías que reflexionen en torno a las vías de uso e implantación de la realidad aumentada, lo que a su vez permite reflexionar en lo referente a las aproximaciones relacionales con el espacio físico, y la proyección de futuro que tiene la construcción de escenarios aumentados e interactivos (mediados por esa aumentación del espacio), tanto a nivel narrativo, como tecnológico, simbólico, o conceptual.

Así, se plantean, en esta fase de la investigación, una serie de cuestiones que tienen relación directa sobre la percepción de mejora de los procesos heurísticos, de investigación o de intervención en el espacio, a partir de la mediación de los dispositivos que posibilitan la incorporación de realidad aumentada en el espacio en el que se desarrollan los proyectos (laboratorio o medialab). De este modo, la presente fase del enfoque en torno al TAM, pretende proyectar investigaciones y estudios que profundicen en el uso de la realidad aumentada, como herramienta para la creación y la investigación, lo que daría lugar, a su vez, a una reflexión en torno a su potencial como tecnología emergente, lo que supone un nuevo marco relacional con factores como el espacio, la información, los contenidos, los objetos (físicos o virtuales) o entre los individuos, planteando la influencia sobre fenómenos asociados a los procesos creativos y la capacidad que puede tener la realidad aumentada de transformar la creatividad de los agentes implicados en ámbitos concretos, como los que son abordados en el presente estudio.

En esta fase, que pone de relevancia el uso de la realidad aumentada a través del TAM, fueron planteadas 7 cuestiones, que obtuvieron un ratio de respuesta del 90%, es decir, de 29 individuos sobre una muestra consultada de 32 sujetos (N=32). La muestra se constituye, por otra parte, por exactamente los mismos sujetos que aquellos consultados en secuencias anteriores del análisis.

Las cuestiones que fueron planteadas en esta fase, fueron las siguientes, mostrando su media ponderada entre paréntesis, y siendo reflejadas en el gráfico que se muestra a continuación. Los parámetros para evaluar el grado de acuerdo se construyeron de nuevo, en base, a la escala de Likert, siendo 1 el valor mínimo y 5 el valor máximo<sup>219</sup>.

---

<sup>219</sup> Este valor se utiliza (de 1 a 5), en el caso de los parámetros que miden grados de interpretación por parte del sujeto, a lo largo del presente estudio, con el fin de presentar una lectura de carácter homogéneo de las variables que midan predisposiciones, percepciones o actitudes del sujeto, con parámetros basados en premisas cuantitativas, como es el presente caso.

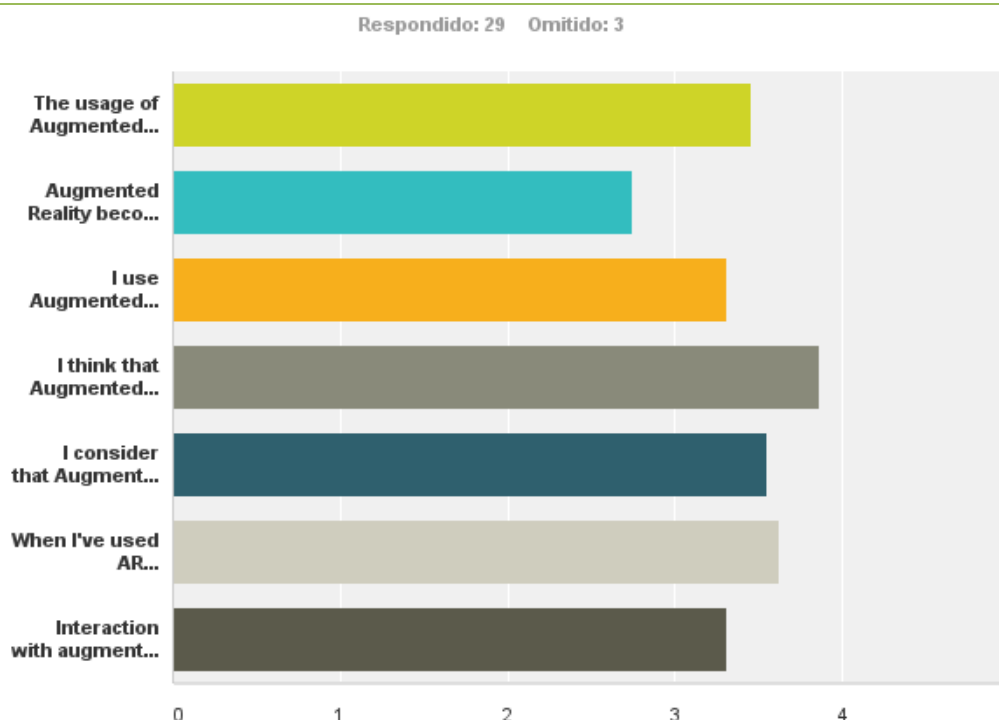


Figura 62. Gráfico que muestra la media ponderada de percepción de utilidad y facilidad de uso (basado en modelos de aceptación de tecnología o TAM) de la realidad aumentada en el espacio en el que los agentes implicados desarrollan sus actividades.

- *Me resulta familiar el uso de la realidad aumentada (3,45).*
- *La realidad aumentada forma parte de las actividades cotidianas del lab/medialab/universidad (2,75).*
- *Uso la realidad aumentada en combinación con otras tecnologías (3,31).*
- *Pienso que la realidad aumentada puede ser una herramienta útil para el desempeño de mis actividades en el lab/medialab/universidad (3,86).*
- *Considero que la realidad aumentada puede ayudar a mejorar mi rendimiento en las actividades que llevo a cabo en el lab/medialab/universidad (3,55).*
- *Cuando he utilizado tecnologías de realidad aumentada, me he familiarizado fácilmente con las herramientas (3,62).*
- *La interacción con la realidad aumentada para el desarrollo de mi trabajo en el lab/medialab/universidad me resulta fácil y natural (3,31).*

A partir de esta obtención de datos preliminar, se pueden extraer una serie de observaciones, las cuales permiten poner el foco en la perspectiva de uso e implantación de tecnologías que posibilitan interactuar con información proveniente de realidad aumentada. Ello aportaría una serie de perspectivas que inducen a pensar en la capacidad que tiene la realidad aumentada de ser introducida en entornos donde se

producen procesos de investigación, heurísticos, o donde se desarrollan proyectos experimentales.

Por una parte, cabe destacar en este caso, la homogeneidad del análisis, en cuanto a promedios ponderados, teniendo la muestra más baja un valor de 2,75 y la más alta, de 3,86, en escala de 1 a 5. Destaca precisamente la media ponderada del valor más bajo (2,75), que corresponde a la implantación de tecnologías de realidad aumentada en los entornos donde desarrollan sus actividades los agentes implicados. Aún siendo entornos con una elevada componente tecnológica, el factor de la realidad aumentada, si bien se puede observar como un fenómeno emergente que recibe una exposición relevante en los medios de comunicación y en las tendencias de tecnologías interactivas en el contexto de la segunda década del siglo XXI, el rasgo fundamental de los medialabs y laboratorios de universidad es que la implantación de tecnologías de realidad aumentada ha sido, simplemente, dominada por el uso de otro tipo de tecnologías, recordando que estos ámbitos ya poseen una fuerte componente tecnológica. A pesar de la proyección que tiene la realidad aumentada en contextos emergentes como el educativo, o la construcción del patrimonio histórico-artístico, por citar dos ejemplos de aplicaciones, es relevante plantear reflexiones en torno al impacto y el propio potencial que posee la realidad aumentada, en lo referente al desarrollo de proyectos de la naturaleza de los llevados a cabo en los medialabs y laboratorios. De este modo, en los ejes de acción en los que se desarrollan las actividades de los entornos estudiados en el presente estudio, fundamentados en la experimentación, la investigación, y la creación de productos innovadores, se plantea como un ámbito de estudio de interés el desarrollo de estrategias y posibles métodos de implantación, así como una reflexión en torno a futuras necesidades que pueda ayudar a paliar el uso de la realidad aumentada.

No obstante, el relativamente bajo índice de uso de la realidad aumentada en los contextos analizados, contrasta con la familiaridad que los perfiles consultados afirman que han tenido con la realidad aumentada (3,45 de media ponderada, como se observa anteriormente) y sobre todo, con la percepción generalizada de que la realidad aumentada puede ser una herramienta de utilidad para el desarrollo de las actividades enmarcadas en los ámbitos heterogéneos de los medialabs o laboratorios. Esta observación específica permite plantear una serie de reflexiones en torno a la necesidad real de que este rango (aumentado) del continuo de la virtualidad busque estrategias y metodologías para implantarse como instrumento dentro del entorno físico del laboratorio, permitiendo acceder a estratos de información que optimicen, además, factores como la experiencia de usuario, la interacción, o la relación del usuario con la información, así como la capacidad de desarrollar ideas innovadoras a través de la mediación del espacio *aumentado*, en combinación con otra serie de tecnologías.

Desde el punto de vista de la percepción de facilidad de uso (PEOU) descrita en el modelo de aceptación de la tecnología (TAM), las cuestiones que ponen el foco en ese

factor revelan una percepción de facilidad de uso aceptable, habiendo respondido, por ejemplo, un 62,07% de la muestra válida, con un valor de 4 (*De acuerdo*) a la cuestión referente a la facilidad de familiarización con las técnicas.

La necesidad de seguir implantando tecnologías de realidad aumentada, para observar su impacto en factores como la creatividad, el proceso de aprendizaje, así como la aproximación a metodologías de investigación emergentes, por una parte y otros factores, como la viabilidad para buscar un marco de convergencia con otras tecnologías, por otra, plantea un número relevante de líneas de investigación emergentes que pueden abordar el propio elemento estudiado en el presente apartado (*realidad aumentada*), desde diferentes puntos de vista, tales como la usabilidad, el desarrollo de tecnologías, la búsqueda de aplicaciones innovadoras, o el propio desarrollo de objetos y contenidos digitales enmarcados en dicho nivel del continuo de la virtualidad.

### 7.1.5. Realidad virtual, PE y PEOU en el entorno

En lo referente a otro de los elementos que Milgram y Kishino (1994) enmarcan dentro del continuo de la virtualidad (la *realidad virtual*), y que goza de un grado de conocimiento elevado desde los años 90, se abordan una serie de cuestiones de la misma índole que aquellas que son planteadas en el apartado precedente, y que abordan igualmente la percepción de utilidad y de facilidad de uso en base, fundamentalmente al modelo de aceptación de la tecnología, pero incorporando rasgos provenientes de otros modelos, tal como se describe en el apartado relativo a la metodología. A este respecto, el estudio de la realidad virtual se aborda desde el mismo foco que el de la realidad aumentada en el apartado precedente, con el fin de proceder a análisis de tipo comparativo.

La secuencia consta en este apartado de cinco preguntas, planteadas en el siguiente orden, e indicando la media ponderada correspondiente (sobre una escala de Likert con valor mínimo de 1 y valor máximo de 5):

- *Tengo familiaridad con el uso de la realidad virtual (3,48).*
- *En el lab/medialab/universidad, trabajamos de manera habitual con entornos inmersivos de realidad virtual (3,00).*
- *En el lab/medialab/universidad, trabajamos de manera habitual con herramientas inmersivas de realidad virtual (2,79).*
- *La realidad virtual es una herramienta que facilita el desarrollo de mis actividades en el lab/medialab/universidad (3,28).*
- *Pienso que si hubiera una mayor implementación de herramientas de realidad virtual en el lab mejoraría el desarrollo de mi trabajo (3,59).*

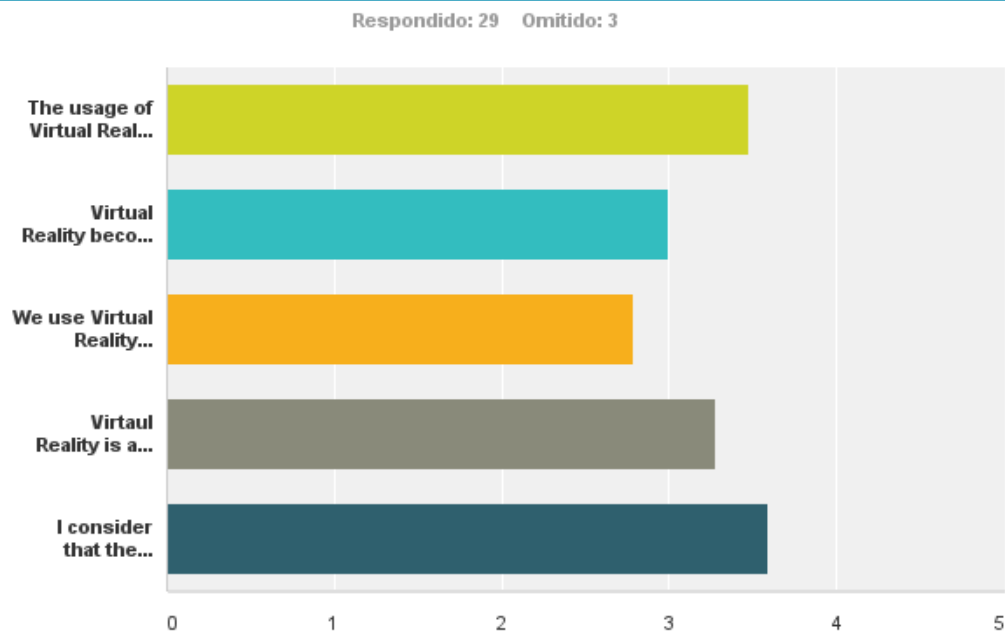


Figura 63. Gráfico que muestra la media ponderada de percepción de utilidad y facilidad de uso (basado en modelos de aceptación de tecnología o TAM) de la realidad virtual en el espacio en el que los agentes implicados desarrollan sus actividades.

A primera vista, el impacto de uso de realidad virtual es ligeramente menor que el de realidad aumentada, y la percepción de utilidad y de facilidad de uso de tales herramientas encuentran un grado ligeramente menor.

El uso de realidad virtual, como se observa, plantea una dimensión con matices ligeramente diferentes a aquellos relativos a aquellos que ponen el foco en la realidad aumentada. No obstante, en las primeras interpretaciones de los resultados, no se observa una desviación relevante con respecto a los promedios ponderados, siendo el más bajo 2,79 y el más elevado 3,59 en una escala de 1 a 5.

La familiaridad con el uso de la realidad virtual tiene, al igual que ocurre en la sección anterior con la realidad aumentada, una tendencia positiva, con un 65,52% de perfiles que optaron por las respuestas *Totalmente de acuerdo* y *De acuerdo*. Es por tanto observable que el uso reconocido de la realidad virtual dentro de la muestra proviene de entornos que no tienen por qué ser los laboratorios donde desarrollan sus actividades (que, por otra parte, en ningún caso constituyen específicamente laboratorios de realidad virtual, tal como se indica a lo largo del estudio).

En referencia a si en el espacio específico en el que los perfiles desarrollan sus actividades (medialab o laboratorio) es utilizada la realidad virtual, o se ha implementado de algún modo, la respuesta tiene una incidencia menor, lo que indica un escenario en el que se plantea que el uso de esta tecnología concreta, si bien presenta un proceso de evolución constante y no carente de interés, desde los años 90, se

plantea aún a día de hoy como una opción tecnológica cuyos materiales y desarrollo de tecnología suponen un coste relativamente elevado, por una parte. Por otra, si bien la tecnología plantea un interés creciente para los laboratorios, la ausencia de aplicaciones de naturaleza constructivista y con proyecciones heurísticas y creativas (desde un punto de vista del desarrollo de proyectos, a nivel usuario, con tecnologías de realidad virtual), en el contexto de inmersión que ofrece la realidad virtual, supone que en la segunda década del siglo XXI los costes sean relativamente elevados en relación con otras tecnologías implementadas en los medialabs y laboratorios. No obstante, el estudio pretende aproximarse a contextos en los que una evolución inevitable en el campo de la propia tecnología permita perfeccionar las estrategias para llevar a cabo procesos de implantación de realidad virtual, en combinación con otras tecnologías, en contextos donde se llevan a cabo procesos de investigación, heurísticos, educativos, y de índole creativa.

#### 7.1.6. Serious games, PE y PEOU en el entorno.

El enfoque en relación al contexto lúdico como impulsor de las mecánicas de procesos que desembocan en el desarrollo de proyectos, se constituye como otro de los pilares esenciales en lo referente al estudio de la naturaleza de las actividades que puedan ser llevadas a cabo en los laboratorios y medialabs. De esta manera, el factor juego, a partir de una aproximación que evalúa su utilización por parte de los agentes implicados, que han sido consultados en el presente trabajo de investigación, se plantea de especial interés, debido a que parte del contexto tecnológico abordado en el presente trabajo de investigación incorpora una componente lúdica importante. Esta componente lúdica entra dentro de los fenómenos asociados a las posibilidades de interacción de los sistemas virtuales, físicos y mixtos, lo que comporta un elemento que ejerce sin duda una influencia relevante en el desarrollo de sistemas, entornos, e incluso ambientes de aprendizaje, como es el caso de DGBL (Bunts-Anderson, 2011, Ferdig, 2011).

De este modo, incorporando la componente lúdica, que viene siendo abordada por una parte relevante de la literatura científica y especializada desde las dos últimas décadas (Hussain et al., 2010, Honey y Hilton, 2011, Connolly et al., 2012), el estudio de los sistemas y entornos que incorporan algún nivel de virtualidad adquieren nuevos matices dimensionales, de modo que dicha componente lúdica tiende a ser un factor influyente en el momento en que es abordado el diseño de sistemas que tenga como finalidad ofrecer algún grado de simulación o de interacción con la información.

La percepción de mejora del desempeño en las actividades, mediadas por factores que incorporan una componente lúdica relevante, es evaluada a partir de los modelos de aceptación de tecnología descritos en el apartado de metodología, especialmente el TAM (incorporando los factores de PE y PEOU). Los factores que se evalúan en esta



parte específica de la investigación, en función a la percepción de los agentes consultados en torno a su utilidad y facilidad de uso, son los serious games.

En esta secuencia se proyectan cuatro preguntas, cuya escala de medición cuantitativa se fundamenta en la misma línea que secuencias anteriores de la presente fase de la investigación, siendo la escala de Likert<sup>220</sup> el instrumento de medición de percepción de uso para los serious games. Las cuestiones planteadas son expuestas a continuación, con la media ponderada obtenida entre paréntesis:

- *Considero que los serious games contribuyen a mejorar el desempeño de mis actividades en el lab/medialab/universidad (3,76).*
- *La creatividad se puede desarrollar interactuando con juegos interactivos (4,34).*
- *Interactúo fácilmente con entornos inmersivos 2D (4,10).*
- *Interactúo fácilmente con entornos inmersivos 3D (4,00).*

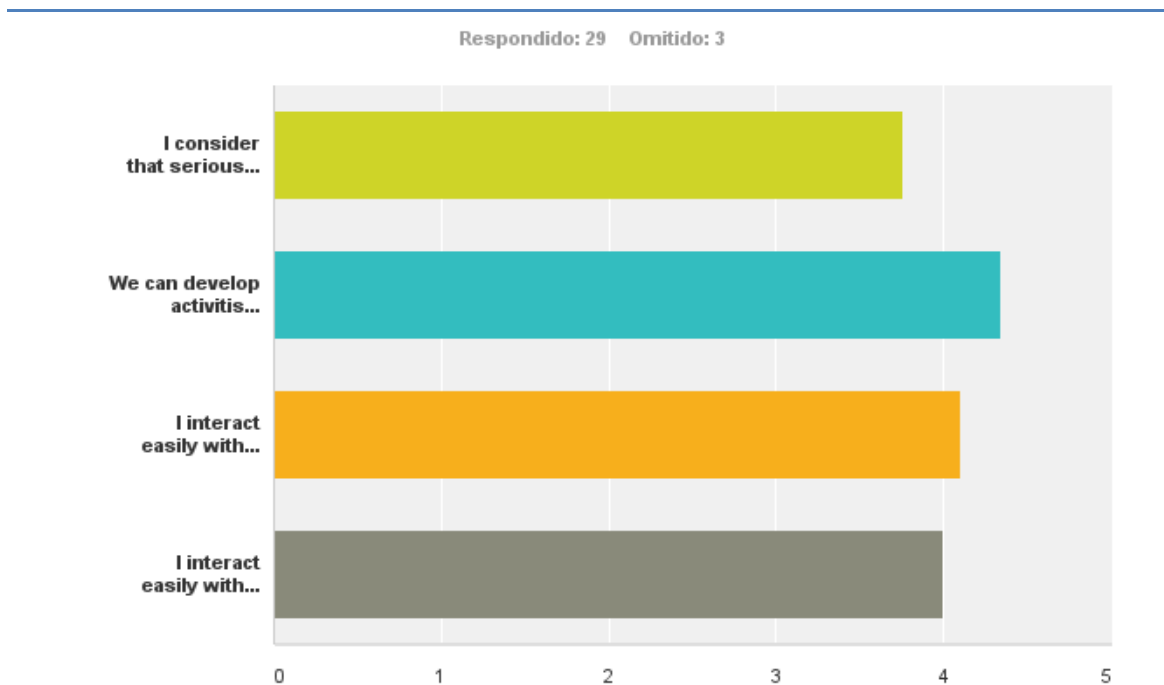


Figura 64. Gráfico que muestra la media ponderada (en escala de 1 a 5) de aceptación de autopercepción de la mejora del desempeño de actividades y la creatividad con serious games, juegos virtuales electrónicos, y entornos virtuales 2D y 3D.

La media ponderada de percepción de mejora de creatividad con juegos interactivos (segunda línea, 4,34 sobre escala de 1 a 5) tiene un rango elevado. La percepción de mejora de actividades gracias a la interacción con entornos multimedia 2D y 3D, (4,10 y 4,00, respectivamente, sobre escala de 1 a 5) es también elevada.

---

<sup>220</sup> De 1. Totalmente en desacuerdo a 5. Totalmente de acuerdo, como en los casos anteriores y posteriores.

La capacidad de interacción percibida con los entornos virtuales 2D y 3D muestra un grado elevado, con un promedio de *De acuerdo (con un valor aproximado de 4)*, dentro de la escala, tanto para entornos virtuales bidimensionales como tridimensionales. Destaca el elevado grado de percepción, a su vez, por parte de los perfiles implicados, respecto a la capacidad que tienen los juegos interactivos de desarrollar la propia creatividad, de modo que se vuelve a poner en relevancia la importancia del factor lúdico<sup>221</sup> en el ámbito de estudio de la relación entre las diferentes disciplinas STEAM y el estudio de la creatividad en el ámbito del continuo de la virtualidad.

La capacidad de mejora del desempeño mediante la incorporación, de manera específica, del factor serious games, también obtiene un grado relativamente elevado de aceptación (3,76 sobre una media de 1 a 5), si bien es ligeramente menor que la media de los promedios ponderados de esta parte de la investigación, que se sitúan aproximadamente en el valor de 4 sobre 5.

De esta parte del estudio se deduce que el factor lúdico (teniendo en cuenta su importancia en los procesos de interacción) es una componente que adquiere una importancia relevante en los proyectos que se llevan a cabo en los laboratorios y medialabs. La noción de serious game es a su vez incorporada a la hora de diseñar sistemas que posibiliten el desarrollo de proyectos innovadores mediados por la tecnología y con una elevada componente interactiva, siendo importante su planteamiento en laboratorios donde se lleven a cabo proyectos de investigación o espacios educativos que incorporen, entre otros, la idea del aprendizaje basado en proyectos, el learning-by-doing o enfoques constructivistas.

---

<sup>221</sup> Se han utilizado los conceptos concepto *lúdico* y *serious game* debido al carácter específico del enfoque de esta secuencia de la investigación. Se han obviado, de manera específica, otros conceptos que aparecen comúnmente en la literatura, como *gamificación*, debido a que la perspectiva de esta secuencia se fundamenta principalmente en plantear la incorporación de elementos y concepciones lúdicas específicas, siendo necesario abordar otros términos emergentes en futuras investigaciones. En el caso de la *gamificación*, su aproximación teórica y conceptual son abordados de manera breve en el presente proyecto de investigación, siendo usado para explicar la naturaleza de ciertos fenómenos asociados al conjunto de temáticas incluidas en la investigación. No obstante, la propia concepción del término requiere de un mayor proceso de indagación teórica por parte de especialistas en el ámbito, de modo que su uso en el presente trabajo ha sido tratado con cautela. No obstante, el interés emergente del término plantea que sea incorporado en futuras investigaciones como factor cuyo abordaje tiene el potencial de generar perspectivas d carácter inédito.

## 7.2. Serious Games – Motores de Juego – Hardware Libre

### 7.2.1. Aproximación: Incidencia de uso de motores de juego

El análisis, a modo de tentativa aproximativa, de la incidencia de uso de los motores de juego en los entornos de investigación, desarrollo de proyectos creativos y aprendizaje que conforma el objeto de estudio.

Dentro de un contexto en el que los motores de juego adquieren un rol significativo, es relevante plantear la cuestión de cuáles son las características que adquieren para incorporar el desarrollo de entornos interactivos virtuales con dinámicas de juego<sup>222</sup> a los procesos dentro de los entornos analizados en el presente proceso de investigación, en el que la convergencia de tecnologías virtuales con diversas áreas del conocimiento, abordados desde una perspectiva constructivista. Desde esta serie de enfoques, el impacto que tiene, a día de hoy, el uso y creación de videojuegos con fines no específicamente lúdicos, sino con una amplia gama de fines y aplicaciones, hace necesaria la necesidad de abordar los rasgos y propiedades que requiere un entorno para que su viabilidad de propuesta de uso y optimización sea efectiva.

A este respecto, los tres componentes principales que definen a los videojuegos son: interactividad (capacidad de influir en la narrativa), jugabilidad (incorporación de dinámicas de juego a partir de la exploración del entorno y la obtención de una serie de recompensas derivadas de una serie de acciones) y simulación (capacidad de desarrollar acciones que sean llevadas a cabo en entornos seguros para el usuario, como es el entorno virtual). Estas tres componentes adquieren importancia en la medida en que se transforman en objeto de estudio para la mejora de las dinámicas en ambientes interactivos, y en otros rangos de virtualidad asociados al continuo de la virtualidad, como la realidad aumentada. También para evaluar la viabilidad de trasladar algunas de estas dinámicas a entornos en los que se pretenda desarrollar una serie de proyectos basados en dinámicas y mecánicas heurísticas.

A este respecto, y para obtener una serie de aproximaciones en torno a las características y los rasgos que deben adquirir los motores para el desarrollo de entornos interactivos de carácter multimedia, se analiza la incidencia, dentro de una parte significativa de la muestra consultada en el presente documento, del uso de motores de juegos específicos dentro de los entornos descritos en el presente trabajo de investigación (laboratorios y medialabs).

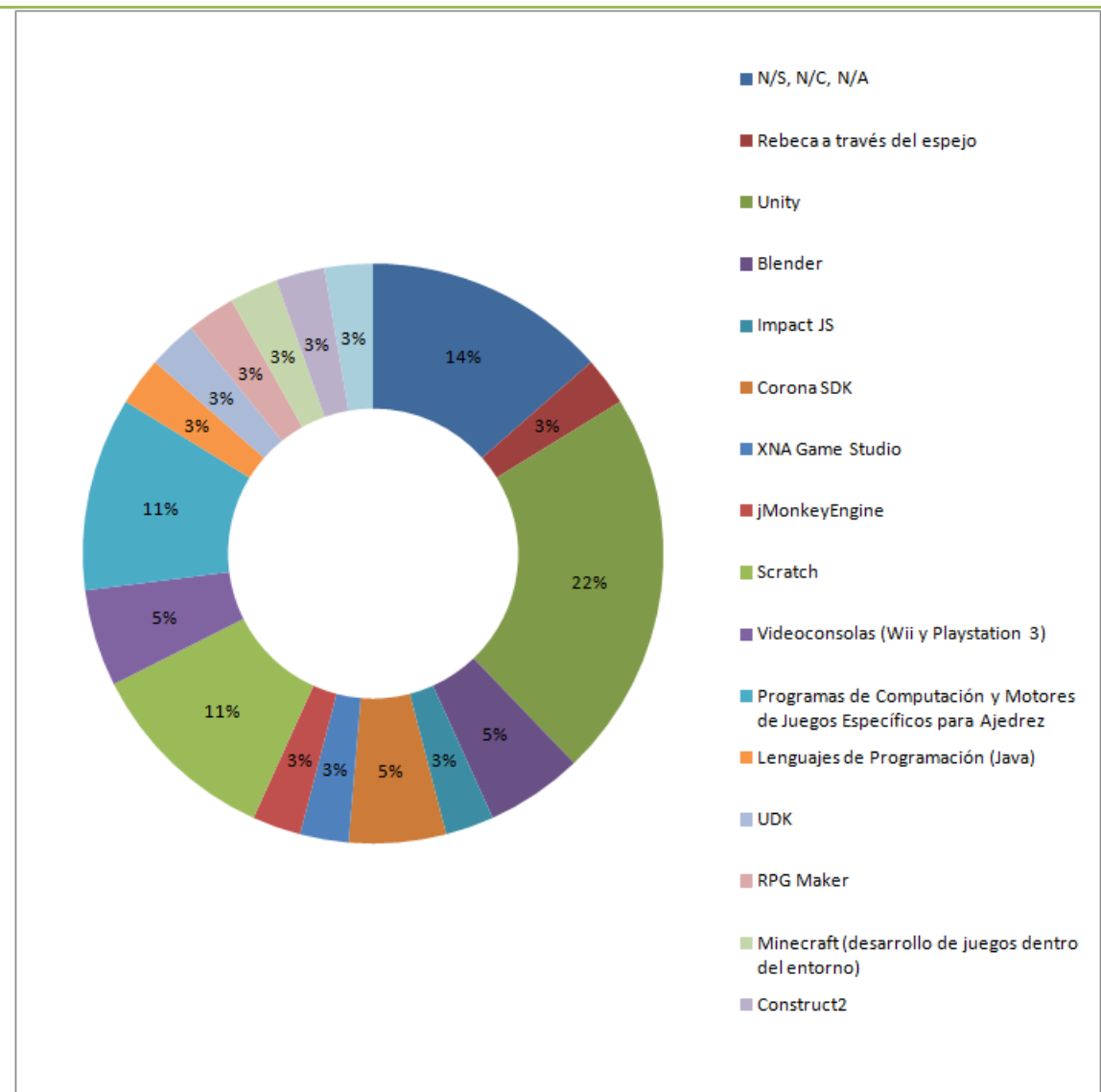
Tal como se viene explicando, la muestra constituye una parte de los perfiles consultados en el apartado anterior. En este caso, el número de perfiles implicados en esta secuencia de investigación es de 19 (N=19), lo que equivale aproximadamente a dos tercios de la muestra consultada en la secuencia anterior. No obstante, esta fase del estudio permite dar una respuesta de carácter múltiple, de modo que un perfil

---

<sup>222</sup> Lo que incluiría, dentro de esto, a los propios videojuegos.

consultado puede aportar más de una respuesta si hace uso de más de un entorno categorizado como motor de juegos en el laboratorio o medialab. En total fueron obtenidas, por lo tanto, 37 respuestas, debido al factor de respuesta múltiple referido.

En cuanto a la incidencia de uso de motores de juegos, los resultados obtenidos en el sondeo se muestran tal como reflejan los siguientes gráficos, analizados de la manera que viene siendo explicada:



## 7. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

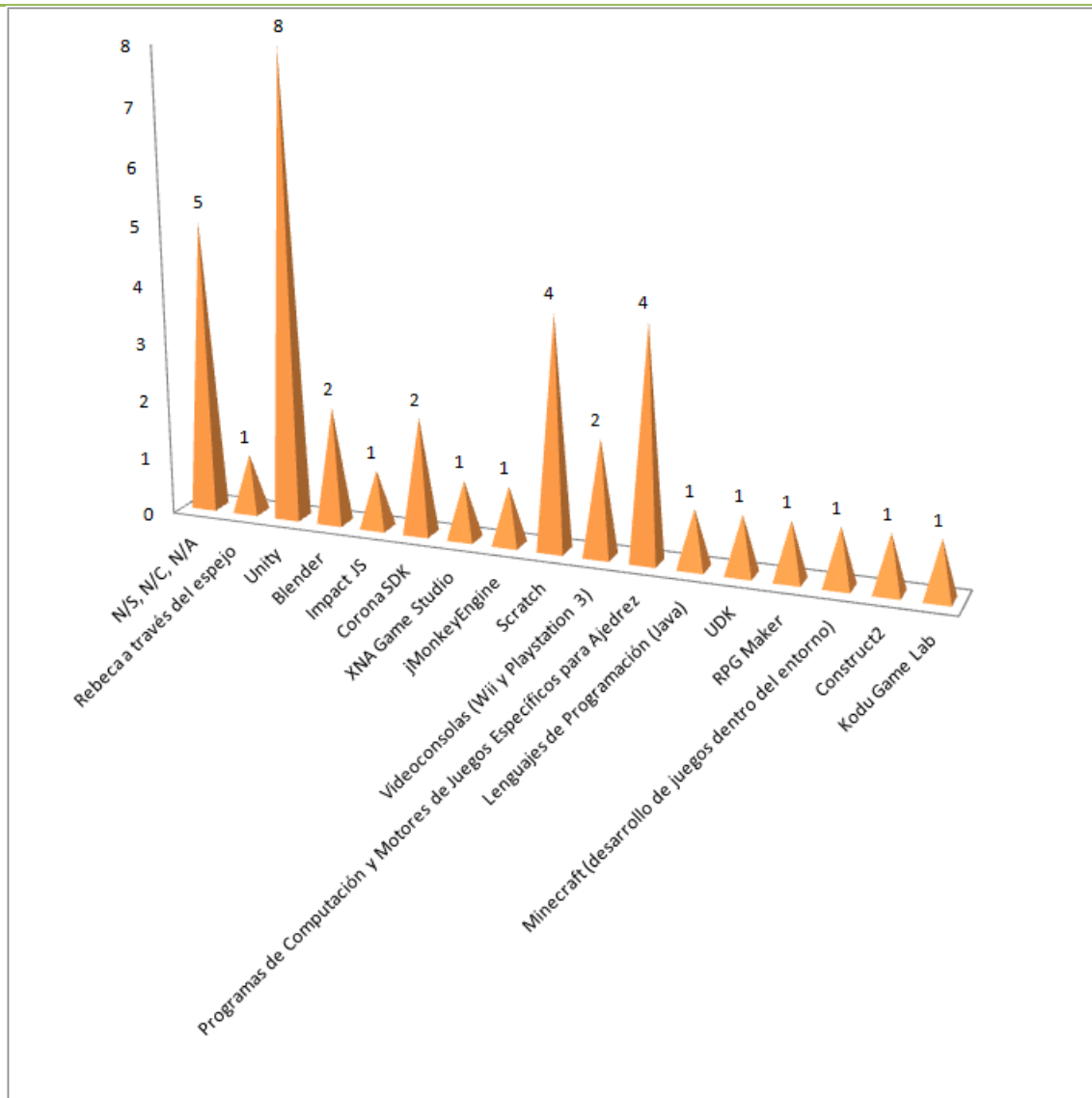


Figura 65. Categorización de respuestas en relación al uso de motores de juegos utilizados en el lab, medialab, o la universidad.

Lo que estos gráficos reflejan, fundamentalmente, es la variedad de motores de juegos (*game engines*) que configuran el espectro en el que se desarrollan proyectos de carácter heurístico, enfocadas a la investigación y en parte a la educación, para trazar un mapa que permita aproximarse a las características precisas de entornos que pretendan, a través de tecnologías enmarcadas dentro de diferentes rangos asociados al continuo de la virtualidad, producir una serie de transformaciones en el entorno, en las interacciones, y en los procesos creativos y heurísticos llevados a cabo en los laboratorios y medialabs.

Los resultados preliminares de este análisis complementario revelan una elevada incidencia de reconocimiento de uso de motores de juegos por parte de los agentes implicados que han sido entrevistados en esta segunda secuencia de la investigación, lo que revela, por otra parte, una serie de fenómenos que ayudan a explicar la naturaleza de los propios entornos de investigación colaborativos. Estos resultados revelan, a

priori, un elevado grado de conocimiento de motores de juego y gráficos de diversa índole, aunque los análisis, dentro del presente trabajo de investigación, desde otras aproximaciones (como el DBR) revelan que el uso de motores de juegos, específicamente, no es tan sostenido, sino que más bien se comportan como factores tecnológicos de carácter complementario a las actividades desarrolladas allí.

A este respecto, es importante resaltar la dispersión de respuestas, debida fundamentalmente a la variedad de herramientas tecnológicas de motores de juegos y gráficos disponibles en tal contexto, habiendo los usuarios desarrollado proyectos, en no pocas ocasiones, con la convergencia de dos o más herramientas. Por otra parte, el auge de la propia tecnología de motores de juegos en años recientes permite generalizar el uso de entornos interactivos virtuales aplicados a fines diferentes de aquellos que tienen un enfoque exclusivamente lúdico. Es por ello que la creación de entornos para la educación, la investigación o la experimentación precisa de una serie de enfoques que pongan de relevancia la necesidad de incorporar los tres componentes mencionados anteriormente: *interactividad*, *jugabilidad*, e *interacción*, e incorporar a su vez otros con el fin de optimizar los procesos para el desarrollo de proyectos y la mejora de la creatividad.

Por otra parte, los resultados también revelan un conocimiento y uso de tres motores de juegos fundamentales sobre el resto, de manera que presentan una predominancia relativa en tales espacios. Hay que tener en cuenta que los espacios analizados y los perfiles consultados no son específicamente estudios donde se desarrollan videojuegos, por lo que se tiene en cuenta que las necesidades de un desarrollador de videojuegos dentro de la industria difieren de aquellas propias de los perfiles de índole tecnológica e investigadora cuya finalidad es experimentar para producir innovaciones en el ámbito de la educación y de la investigación.

Entre los motores de juegos cuyo uso reconocido tiene un mayor grado de incidencia, entre los perfiles descritos en el presente proyecto de investigación, se encuentra, en primer lugar, Unity, con un 22% del porcentaje total de respuesta (con un total de 8 respuestas). A continuación, con un menor grado de incidencia, pero aún así relevante, se muestra Scratch<sup>223</sup> (con un 11% aproximado del total de respuestas). Cabe mencionar, también, el relativamente elevado grado de incidencia de motores de ajedrez, como Stockfish o Rybka, que, han sido colocados en una misma categoría, debido a sus particularidades en relación a otros motores de juegos.

---

<sup>223</sup> Hay que tener en cuenta que Scratch no es en sí un motor de juegos, sino un entorno de aprendizaje de lenguajes de programación, que funciona en ocasiones como motor de juegos. No obstante, las respuestas de los perfiles implicados revelan que el uso de Scratch, categorizado como motor de juegos, en este caso, es relativamente elevado, más conocido que otros motores de juego propiamente dichos.

De este modo, los motores de ajedrez no son específicamente motores de juegos orientados a desarrollar juegos específicos de ajedrez, sino que, por el contrario, son máquinas que implementan lenguajes de programación que les permiten comunicarse con otros programas, utilizando para ello las dinámicas propias del juego del ajedrez, habiendo presentado, en los últimos años han presentado un crecimiento exponencial.

En lo relativo al resto de conclusiones preliminares obtenidas del estudio, uno de los principales factores observados es la propia dispersión de uso de motores de juego y gráfico, y la heterogeneidad de herramientas tecnológicas que los agentes implicados reconocen utilizar. Esto revela fundamentalmente indicios del carácter multifacético de los agentes implicados, lo cual se traduce, a su vez, en un potencial elevado para la producción de proyectos con un elevado grado de diversidad formal y de incorporación de diferentes elementos tecnológicos, lo cual incrementa el rango de producción de proyectos de modo relevante. Esto significa, fundamentalmente, que las posibilidades existentes en el contexto tecnológico actual tienen el potencial de incrementar, a su vez, el rango de opciones creativas y heurísticas, dando lugar, a su vez, a la incorporación de líneas emergentes de investigación que combinan este tipo de tecnologías.

### 7.2.2. Tecnologías para el desarrollo de contenido 2D

La secuencia de consultas a los agentes implicados en el proceso de investigación, en relación al uso de tecnologías multimedia en los laboratorios y medialabs, tiene su continuidad en la cuestión en torno al uso de tecnologías específicas para el desarrollo de entornos multimedia interactivos en 2D, lo que incluye, en este caso, motores gráficos y de videojuegos.

El número de perfiles consultados en esta fase de la investigación fue de 19, teniendo, como en el resto de la secuencia de investigación, la opción de dar un número de respuestas múltiples. En esta parte de la secuencia son evaluadas el número total de respuestas, incluyendo aquellas que han sido categorizadas como N/A (no aplica). Esto es debido a que, como en la sección anterior de esta secuencia del estudio, algunos de los agentes implicados en el estudio utilizan más de una tecnología relacionada con los motores gráficos y de juego.

El uso de tecnologías para el desarrollo de contenido multimedia 2D difiere, en lo relativo a objetivos y necesidades específicas, en el desarrollo de contenido multimedia en 3D, por lo que el estudio en este ámbito ha sido subdividido en dos secciones, las cuales pretenden fundamentar la base, a su vez, de estudios relativos a las características intrínsecas relativas a los espacios 2D y 3D, con el fin de

El número total de respuestas fue de 28, distribuidas de la siguiente manera, tal como se observa en las gráficas que se muestran a continuación:

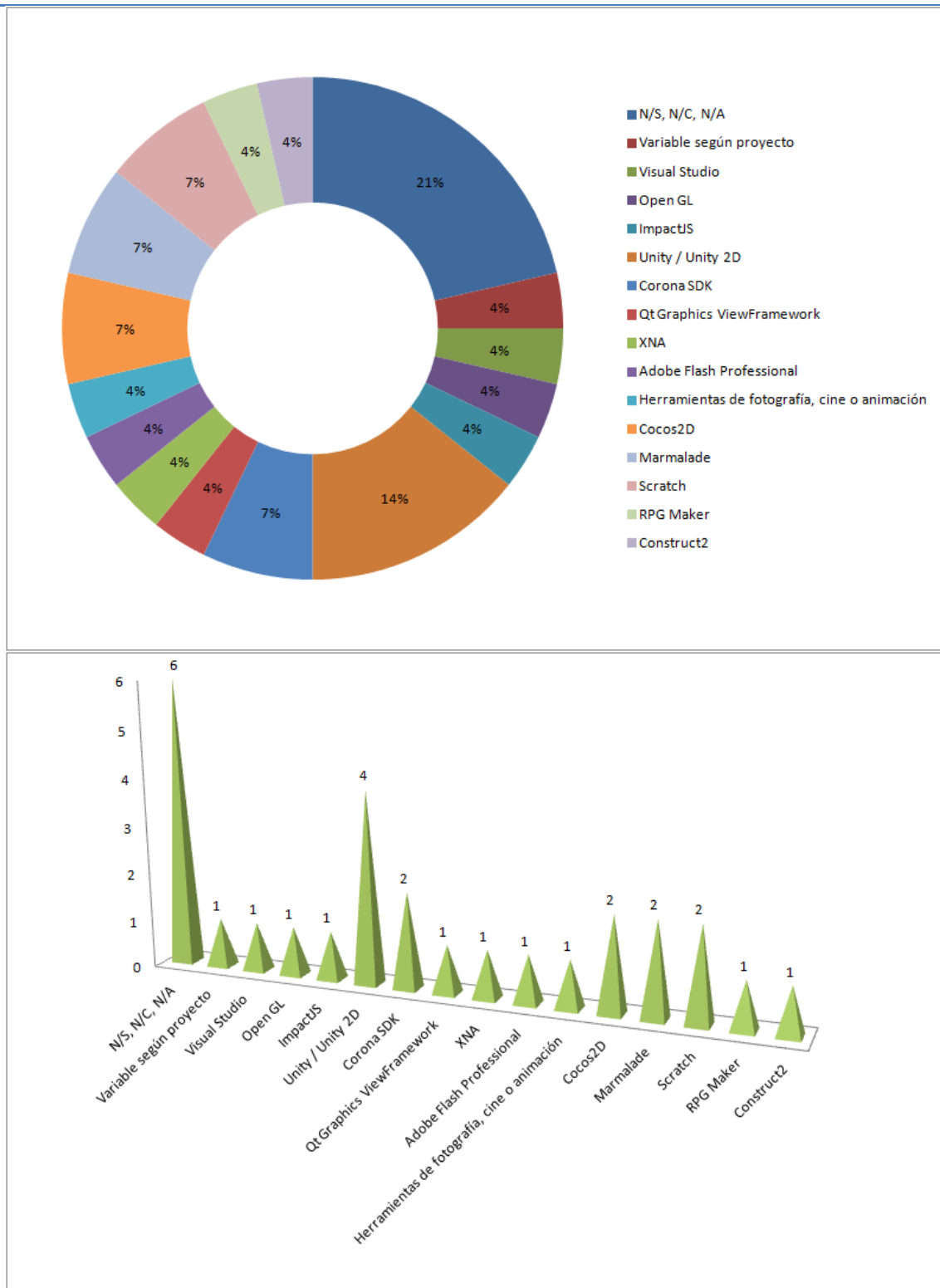


Figura 66. Ratio de respuestas sobre tecnologías de desarrollo de contenido (2D), incluyendo motores de juego con las que los perfiles entrevistados respondieron que se trabajaba en el lab/medialab o laboratorio universitario.

Tal como se observa, la herramienta para el desarrollo de entornos multimedia interactivos 2D con más incidencia de reconocimiento de uso dentro de la muestra, fue Unity (incluyendo de este modo Unity 2D). Otros entornos de desarrollo incluyen Cocos



2D, *Marmalade* o *Scratch*. De nuevo, es preciso tener presente que las respuestas obtenidas provienen de perfiles que no están relacionados directamente con estudios de desarrollo de videojuegos, con lo cual cabe destacar que los resultados obtenidos marcarían una diferencia relevante en relación a los propios motores de juegos utilizados específicamente para videojuegos en contextos, por ejemplo, asociados a la industria, y aquellos que serían incorporados en otros ámbitos, como los que son abordados en el presente estudio.

La diversidad sigue siendo, por lo tanto, una constante en este ámbito, lo cual deja de manifiesto aspectos analizados anteriormente, como el número relevante de tecnologías disponibles para desarrollar entornos virtuales interactivos y la dispersión, en lo referente a los agentes que participan en el desarrollo de proyectos de investigación, en el propio uso de tecnología. La secuencia revela, además, en combinación con los resultados obtenidos en otras fases del presente estudio, el carácter multifacético de los perfiles que trabajan desarrollando proyectos en los laboratorios y medialabs, lo cual refuerza la idea de que enfoques como aquellos provenientes de las disciplinas STEAM, junto con aspectos fundamentales como la innovación en los procesos pedagógicos o la inclusión de la interactividad y los proyectos grupales en tales ámbitos, llevan asentando una serie de referentes en lo relativo a las perspectivas de desarrollo de modelos emergentes para los entornos de investigación, desarrollo de proyectos o de carácter educativo, que incluyan los factores referidos anteriormente, así como una reflexión en torno a los rangos del continuo de la virtualidad viables de implementación, como la realidad aumentada y la realidad virtual.

### 7.2.3. Tecnologías para el desarrollo de contenido 3D

El uso de tecnologías para el desarrollo de contenido 3D conforma otra de las fases del presente proyecto de investigación, en el que la naturaleza de las propias herramientas se sitúa en un marco diferencial con respecto al de las herramientas 2D. De hecho, la idea de que con las herramientas de desarrollo de entornos multimedia 3D se pueden desarrollar proyectos de índole distinta a aquellos desarrollados con herramientas 2D, forma parte de los fundamentos argumentales del presente trabajo de investigación, de modo que puedan ser propuestas tentativas de modelos interactivos que posibiliten una serie de aproximaciones a la naturaleza divergente de los espacios 2D y 3D.

La importancia de conocer el uso de tecnologías 3D para la creación de entornos interactivos que puedan ser aplicados en ámbitos educativos, desarrollo de proyectos e investigación, entre otros, posibilita un fenómeno de convergencia entre diversas aproximaciones que pueden fundamentar las bases de los estudios en torno a la naturaleza del continuo de la virtualidad y los ámbitos de aplicación, desde una perspectiva heurística, de fenómenos asociados a los entornos tridimensionales, como es el caso de la inmersión y la simulación, con el fin de optimizar, a su vez, los procesos de interacción con tecnologías asociadas al continuo de la virtualidad.

Los perfiles que fueron consultados, en este ámbito, fueron exactamente los mismos individuos que en el resto de la secuencia, siendo en total 19 perfiles con posibilidad de respuesta múltiple, e incluyendo el rango N/A (no aplica) para aquellos que no indicaron ninguna herramienta específica, aunque no pueda ser extrapolada, por otra parte, a rangos en el que se indique el porcentaje de respuestas obtenidas para N/A. Esto es debido a que la muestra ( $N=19$ ) no es suficiente y que la serie de parámetros que son medidos en la presente secuencia (preguntas abiertas con posibilidad de respuesta múltiple) son de índole cualitativa.

El número total de respuestas obtenidas para el reconocimiento de uso de entornos tridimensionales fue de 25, distribuidas a la manera que se muestra en el siguiente gráfico:

## 7. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

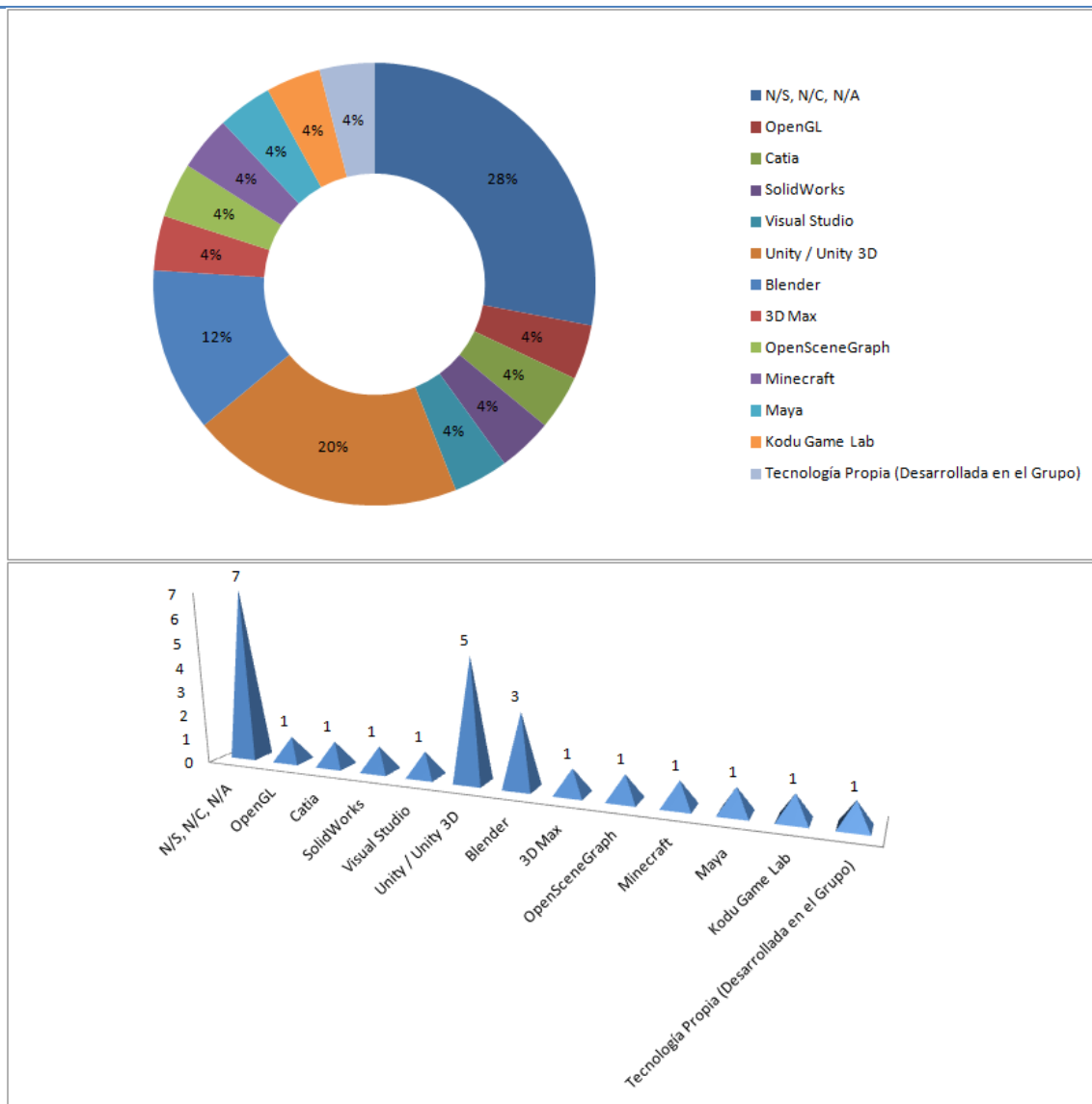


Figura 67. Ratio de respuestas sobre tecnologías de desarrollo de contenido (3D), incluyendo motores de juego con las que los perfiles entrevistados respondieron que se trabajaba en el lab/medialab o laboratorio universitario.

Igualmente, el rango de distribución de elementos es, tal como se observa, homogéneo, de modo que no aporta rasgos divergentes en torno a las dos secciones evaluadas anteriormente en esta parte de la investigación: el carácter heterogéneo que configura los usos y la naturaleza de los proyectos llevados a cabo en los laboratorios y medialabs profundiza en este factor de dispersión observado anteriormente en otras fases de la presente secuencia de investigación.

Cabe destacar, sin embargo, el elevado impacto del uso del motor de juegos Unity (en este caso, en su versión de Unity 3D) sobre el resto de motores de juego. Este factor es relevante ya que permite profundizar en estudios en torno al impacto de uso de esta herramienta tecnológica concreta en los ámbitos referidos, ya que a su vez se constituye como una tecnología de uso común por parte de estudios de videojuegos con fines lúdicos, asociados a la industria, aunque ha sido implementada en distintos ámbitos con carácter experimental, tales como la ciencia de la salud (Duarte et al., 2014).

El elevado impacto de la incidencia de Unity, en relación al desarrollo de entornos 2D y 3D (siendo un elemento que comparten en común ambas tipologías de entornos), plantea por lo tanto, la continuidad de líneas de investigación que profundicen, a su vez en los rasgos que conforman los motores para el desarrollo de entornos interactivos multimedia (incluyendo videojuegos), de modo que permitan optimizar el desarrollo de futuras herramientas y perfeccionar las ya existentes, a la vez que se estudie la viabilidad para la implantación y la implementación de las mismas en contextos no específicamente lúdicos, como los que son analizados en el presente proyecto de investigación.

#### 7.2.4. Tecnologías de hardware para el desarrollo de proyectos

Dentro de los rangos asociados al continuo de la virtualidad, aquellas herramientas que representan el rango *físico* del propio continuo de la virtualidad tendrían su máximo exponente en las herramientas de hardware. Estas herramientas de hardware tienen, además, debido a la naturaleza del estudio, un enfoque constructivista. Esto es debido a que los elementos sobre los cuales se pone el foco de análisis en esta secuencia se conforman como objetos tecnológicos manipulables y cuyo uso normalmente implica una transformación objetual que viene acompañado del desarrollo de un proyecto, de un proceso de aprendizaje (situado, normalmente) o fines experimentales aplicados al arte y la investigación.

Es por ello relevante remarcar la incidencia que se realiza específicamente sobre el hardware libre, pero no solamente. En realidad se incorporan nociones como los *digital manipulatives* de vuelta al contexto físico, en este caso específico, de modo que la idea de aproximarse a objetos de hardware susceptibles de ejercer un grado de libertad de manipulación significativo incorpora una serie de factores de impacto, a priori, relevantes. El hardware se revela de este modo como el objeto físico, dentro de los rangos asociados al continuo de la virtualidad, susceptible de sufrir modificaciones en las cuales se encuentren implicados procesos como los referidos en el presente estudio.

Los resultados obtenidos, sobre una muestra de 19 perfiles consultados, los cuales conforman exactamente los mismos individuos que en las fases anteriores de la presente secuencia de la investigación, son mostrados a continuación:

## 7. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

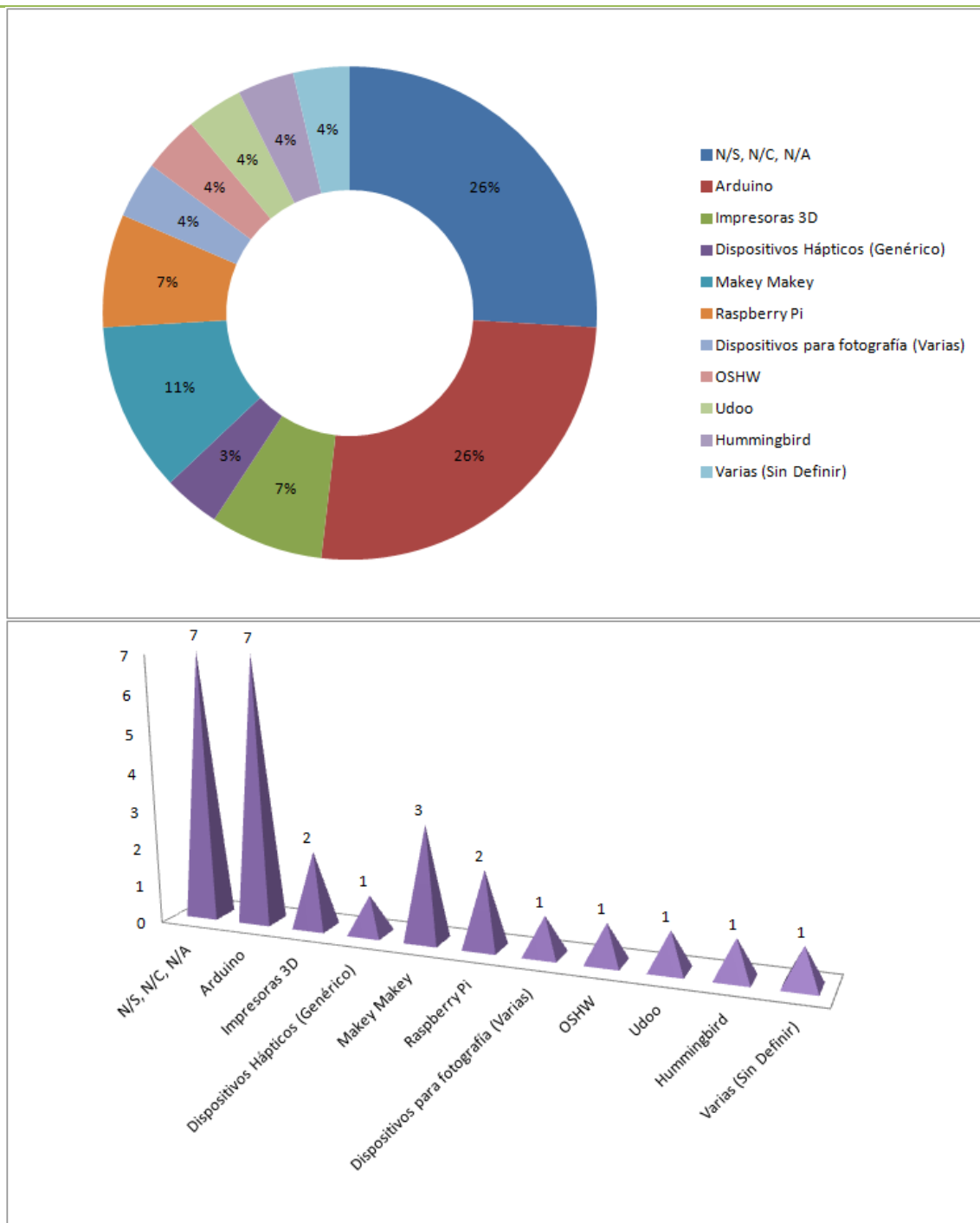


Figura 68. Ratio de respuestas sobre tecnologías de hardware (incluyendo fundamentalmente hardware libre) con las que los perfiles entrevistados respondieron que se trabajaba en el lab/medialab o laboratorio universitario.

Tal como se observa, el fenómeno de dispersión, que caracteriza las fases precedentes de la presente secuencia de la investigación, si bien se observa, no se muestra tan marcado. Destaca, además, el uso del Arduino sobre las otras herramientas, lo cual evidencia un nivel de conocimiento elevado del dispositivo y el uso relativamente más frecuente que otras herramientas de hardware para el desarrollo de proyectos.

Esto evidencia, si bien es preciso profundizar en el uso a través de otras aproximaciones, el carácter específico de muchas herramientas de hardware

disponibles en el contexto presente para su uso para el desarrollo de proyectos en laboratorios y medialabs. La incidencia de uso de herramientas de hardware específicas, como Hummingbird o Raspberry Pi, si bien su uso es generalizado en ámbitos como la tecnología educativa (normalmente en contextos escolares), en el contexto analizado muestran una presencia más bien reducida. En relación a este fenómeno, cabe proponer estudios en este ámbito específico que ayuden a profundizar en la configuración de las herramientas de hardware en espacios donde se lleva a cabo el desarrollo de proyectos de índole heurística y constructivista, entre otros, pero teniendo en cuenta los factores que conforman la naturaleza de la propia tecnología, entre los que se encuentran la capacidad de interacción, la facilidad para el aprendizaje de su utilización, su dinamismo o el potencial para la integración, de forma intuitiva, con las herramientas de software.

Por otra parte, aparecen respuestas en torno al uso genérico de los dispositivos de hardware emergentes en el contexto de los años de la segunda década del siglo XXI, como pueden ser las impresoras 3D. Si bien no se conforma como el objeto de estudio, y el índice de respuesta sólo se puede categorizar en el individuo, posee especial relevancia el hecho de que este tipo de dispositivos se incorporen de manera paulatina en el desarrollo de proyectos en espacios donde existe un factor de uso de tecnología y de convergencia de disciplina elevados.

### 7.2.5. Entornos para el desarrollo de proyectos a través de la programación

En el ámbito de las disciplinas STEAM, que son abordadas como parte del proceso de estudio, tiene especial relevancia la incorporación de la programación (incluyendo el aprendizaje de los propios lenguajes) para el desarrollo de proyectos de carácter constructivista, con enfoque educativo o para el desarrollo de proyectos dentro de los ámbitos de la industria, la investigación, y la experimentación. De este modo, los laboratorios y medialabs, incorporan, generalmente, como uno de sus componentes tecnológicos fundamentales, el uso de lenguajes de programación, de manera que lo que se plantea es el aprovechamiento de su potencial como herramienta que permite, a través de la sintaxis y la estructuración de conceptos, la elaboración de proyectos enmarcados dentro del continuo de la virtualidad, y cuyo conocimiento permite profundizar en la reflexión en torno a la incorporación de proyectos de naturaleza STEAM, donde se pone de relevancia la convergencia entre el entorno y la propia estructura de la información.

A este respecto, la programación, desde el surgimiento de lenguajes planteados desde el potencial de su aprendizaje intuitivo, y desde el punto de vista de la estructuración de los componentes, a través de la clasificación y sistematización de conceptos (lo que se denomina comúnmente programación orientada a objetos), se conforma como uno de los pilares angulares asociados a las disciplinas STEAM, siendo además uno de los

## 7. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

componentes que ayudan a conformar las estructuras de los entornos y el diseño de la información en los ámbitos asociados al continuo de la virtualidad.

Uno de los factores relevantes que aparecen en la presente fase de la investigación es la heterogeneidad de los resultados obtenidos. Así, la variedad en número de los lenguajes de programación cuyo uso es reconocido por los perfiles implicados es elevada, situándose por encima de otros elementos, como los entornos de desarrollo de espacios virtuales interactivos 2D y 3D, y sobre todo herramientas de software.

Los resultados obtenidos en esta fase de la investigación son reflejados en el siguiente gráfico:

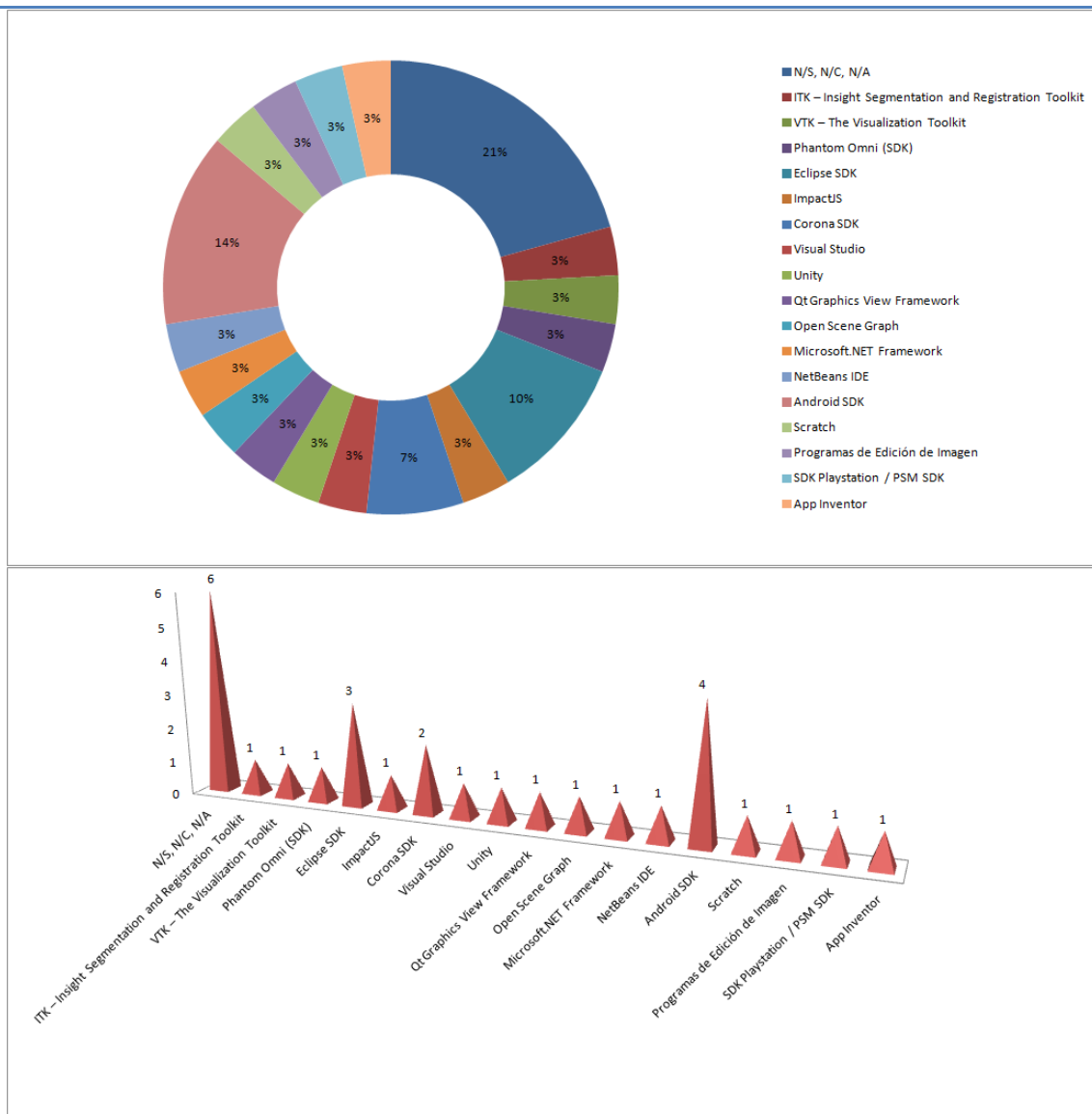


Figura 69. Ratio de respuestas sobre tecnologías de kits de desarrollo de hardware y programación (SDK) con las que los perfiles entrevistados respondieron que trabajaban en el lab/medialab o laboratorio universitario.

Tal como se observa, el grado de dispersión es elevado en relación a otros ámbitos estudiados, como las herramientas para el desarrollo de entornos multimedia interactivos

y motores de juego, o, tal como se hace referencia en el párrafo precedente, a los dispositivos de hardware cuyo uso se encuentra enmarcado dentro de un enfoque constructivista e implementado dentro del desarrollo de proyectos específicos.

La noción de programación es categorizada por lo tanto, en este ámbito, a través de la exploración del reconocimiento por parte de los perfiles implicados de uso de lo que se define como kits de desarrollo de software o SDK. El enfoque fundamental de esta cuestión plantea por lo tanto el uso de SDK dentro de las actividades cotidianas relacionadas con el perfil, y que se llevan a cabo dentro del contexto del laboratorio o medialab.

El número de respuestas totales obtenidas (teniendo en cuenta, como en fases anteriores de la investigación, la posibilidad de aportar respuestas múltiples) ha sido de un total de 29, lo que constituye una proporción relativamente elevada en relación al número de perfiles consultados en la presente fase de la investigación, que fue igualmente de 19.

Los gráficos reflejan, tal como se viene observando en ámbitos estudiados anteriormente en la presente secuencia de investigación, el fenómeno de dispersión que caracteriza las respuestas obtenidas en torno al uso de tecnologías y dispositivos en otras fases de la investigación. Este fenómeno de dispersión no hace sino reflejar la variedad de tecnologías disponibles en el ámbito analizado, de modo que el aprovechamiento de su potencial y la variedad de la idiosincrasia de los entornos de programación y de los SDK permiten plantear el seguimiento de investigaciones en estas áreas, que pongan el foco en factores como las características de los propios entornos y tecnologías para optimizar su implantación, siendo posible de este modo desarrollar estrategias de implementación de la programación en entornos y contextos de desarrollo de proyectos fundamentados en las disciplinas STEAM y los procesos colaborativos.

Además del factor de la dispersión reflejada, también se muestra una mayor incidencia o predominancia de entornos SDK concretos respecto al resto, de modo que estudios comparativos, en perspectiva, de las características de los SDK con mayor impacto de utilización, puedan proporcionar información en relación a las perspectivas de evolución de los SDK, y la propia estructura e interacción con los lenguajes de programación. Los SDK cuyo uso destaca sobre el resto, dentro del contexto analizado dentro del presente proyecto de investigación (y con la misma muestra consultada que en la presente secuencia) son, en este orden, el SDK de *Android*, el *Eclipse SDK* y el SDK de *Corona*. Cabe destacar, no obstante, que el SDK de *Corona* se encuentra específicamente orientado al desarrollo de entornos interactivos, cumpliendo funciones de motor de juego, resaltando la relación existente entre estos y la propia programación. El *Eclipse SDK*, por ejemplo, es utilizado de modo habitual para el desarrollo de aplicaciones para sistemas operativos móviles, como es el caso de *Android*. Desde esta perspectiva, se plantea por lo tanto la relación existente entre el núcleo duro de la programación (y las actividades ligadas a la misma) y el desarrollo



de proyectos dentro de entornos específicos y con herramientas ad hoc, posibilitando de este modo incorporar la programación como factor relevante a la hora de desarrollar proyectos específicos, en los que las capacidades de los motores de juego se vean limitadas por factores concretos, o donde sea necesaria la incorporación del carácter versátil y dinámico que ofrece la programación para operar los dispositivos de hardware con elevado grado de libertad de acción, como en el caso de los Arduinos y la robótica que parte de un enfoque constructivista.

De este modo, en la presente fase del estudio se viene presentando la necesidad de incorporar estrategias, que posibiliten reflexionar en torno a un enfoque de la programación dirigida al desarrollo de proyectos y el soporte para la creación de entornos, y que el aprendizaje de la programación como herramienta para el desarrollo de proyectos y como método para la estructuración de ideas y organización del pensamiento (impulsando factores como el denominado pensamiento computacional). También como herramienta cuyo conocimiento se presenta esencial para el desarrollo de estrategias que posibiliten dotar de una serie de sintaxis a los diferentes rangos y estratos asociados al continuo de la virtualidad, constituyendo un pilar fundamental del presente estudio.

#### 7.2.6. TAM y tecnología: Optimización de actividades a través de las TIC

Cuando se plantea la cuestión del uso de tecnologías en entornos específicos, desde una perspectiva asociada directamente a los fenómenos analizados con anterioridad, en la presente secuencia de estudio, la metodología y las estrategias de investigación encuentran su fundamento en los modelos de aceptación de la tecnología. Los modelos de análisis y aproximativos utilizados para el desarrollo de las herramientas de estudio en estas dos últimas fases de la presente secuencia de investigación, parten por lo tanto de los modelos de aceptación de la tecnología (TAM), poniendo en relieve los dos elementos fundamentales que lo conforman, que son, por una parte, la percepción de utilidad (PU), y por otra, la percepción de facilidad de uso (PEOU). Se tienen en cuenta, a la hora de elaborar las estrategias de investigación en la presente fase de estudio, otras aproximaciones asociadas al uso e implantación de herramientas y dispositivos tecnológicos, digitales o de hardware. Entre estas aproximaciones, que ha servido para diseñar los métodos de investigación, y vienen enumeradas en el apartado de la metodología, se encuentran, entre otras, el modelo motivacional (MM), la teoría de la acción razonada (TRA) o la teoría social cognitiva (SCT), incorporando, además, el uso de modelos combinados (C-TAM-TBP).

Los estudios y aproximaciones precedentes, que plantean el uso de estándares para la evaluación de la viabilidad en relación a la implementación de las propias tecnologías en según qué contexto, dan lugar al desarrollo de estrategias que posibilitan evaluar, desde los puntos de vista genérico y específico, el impacto de la incorporación de tecnologías en ciertas áreas.

En relación a esto, y continuando la presente secuencia de la investigación, se han planteado una serie de preguntas, relativas a los modelos de aceptación de la tecnología (TAM), a los agentes implicados, de modo que se pueda obtener información complementaria, relativa a las aproximaciones para las estrategias en perspectiva, para la incorporación de tecnologías asociadas con diferentes niveles del continuo de la virtualidad, en los contextos que conforman el presente objeto de estudio.

Si bien el modelo de aceptación de la tecnología ha sido utilizado ampliamente en secuencias anteriores de la presente investigación, con una muestra de perfiles más elevada ( $N=32$ ), en esta sección se incorpora como estrategia de análisis que tiene como fin obtener información de carácter complementario. La muestra analizada en esta secuencia constituye por tanto una fracción representativa de la muestra anterior ( $N=19$ ), si bien en este caso carece de valores paramétricos, debido a la cuantía más reducida de la muestra.

Las primeras cuatro cuestiones abordan aspectos desde el punto de vista de la percepción de utilidad, teniendo en cuenta, sin embargo, otros factores ya referidos en la metodología, y recordados en la presente secuencia, tales como el modelo motivacional (MM), o la teoría de la acción razonada (TRA), entre otros. Los factores estudiados en la presente etapa de la investigación son el impacto de las tecnologías en la percepción de la mejora del trabajo realizado, la percepción que las tecnologías aportan sobre el control del trabajo, la percepción de la rapidez del desempeño de tareas con el uso de tecnologías que tienen relación con el continuo de la virtualidad, o el carácter esencial de la propia tecnología analizada con anterioridad para el desarrollo de ciertas tareas en los laboratorios y medialabs.

A este respecto, se plantea la necesidad de abordar el impacto general de las tecnologías estudiadas en fases anteriores para perfilar tentativas aproximativas a las perspectivas a corto y medio plazo de la evolución del uso de las tecnologías, asociadas al continuo de la virtualidad, en el presente contexto de investigación.

Si bien es cierto que, tal como se explica, los valores obtenidos específicamente en esta sección del estudio no poseen un carácter paramétrico, es importante resaltar que la información complementaria que aportan permite configurar las aproximaciones para estudios que aborden la incorporación, desde diferentes perspectivas, de tecnologías y entornos enmarcados en diferentes rangos del continuo de la virtualidad.

Los datos obtenidos para los factores reseñados en esta fase del estudio dan un valor elevado en relación a la media ponderada (entre 4,32 y 4,74 en escala de Likert de 1 a 5). Esto evidencia el elevado impacto de la percepción de utilidad de la tecnología asociada al continuo de la virtualidad, dentro de los contextos analizados, lo que permite bosquejar y elaborar una serie de perspectivas que reflejan la tendencia in

crescendo de tecnologías, herramientas y entornos que se enmarcan dentro de los diferentes rangos del continuo de la virtualidad.

Los resultados relativos a los factores de percepción de utilidad de las tecnologías analizadas, para el desempeño de las tareas dentro del laboratorio y el medialab, la percepción de control sobre las tareas, la capacidad de acelerar los procesos de trabajo, o el propio hecho de que las tecnologías enmarcadas dentro del continuo de la virtualidad permiten hacer proyectos que de otro modo no sería posible, tales resultados, son reflejadas en el gráfico que aparece a continuación:

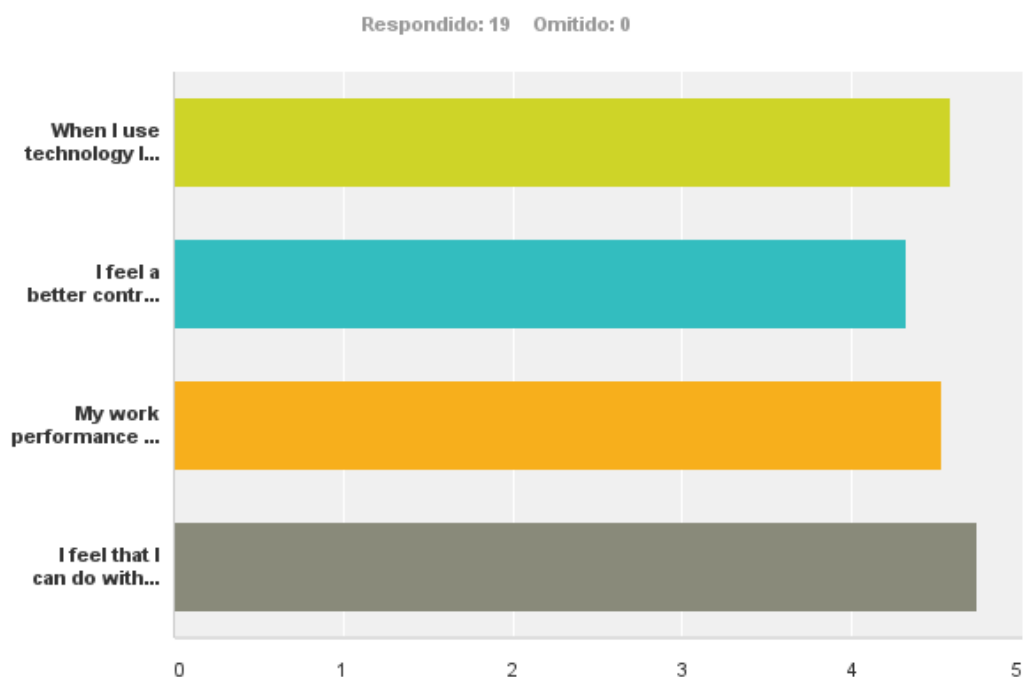


Figura 70. El presente gráfico muestra las medias ponderadas de aceptación de la tecnología por parte de los agentes implicado en el estudio, referente al desempeño en relación a las actividades desarrolladas en los labs.

Los parámetros evaluados fueron la *percepción de la mejora del desempeño del trabajo a través de la incorporación de tecnologías* (con una media ponderada de 4.58 en una escala de 1 a 5), la *percepción de control que proporcionan las tecnologías sobre el trabajo desarrollado* (4,32), la *rapidez de desarrollo de tareas con la mediación de la tecnología* (4,53) y la *posibilidad que ofrece la tecnología para desarrollar proyectos, en el contexto del lab, que de otro modo no serían viables* (4,74). Es observable, por lo tanto, en el presente apartado, el elevado grado de percepción de necesidad de uso de tecnologías de la índole de aquellas que son observadas con anterioridad.

En lo referente a la percepción de facilidad de uso (PEOU) dentro del TAM, se continúa la investigación dentro de la misma línea, con la finalidad de continuar definiendo aproximaciones a las diferentes perspectivas de estudio para las tecnologías evaluadas

en la presente fase de la investigación, de modo que se pueda aportar la información necesaria para optimizar las estrategias de implantación de procesos y tecnologías asociadas a los diferentes rangos del continuo de la virtualidad.

Los factores estudiados en esta fase, si bien parten del PEOU, incorporan también los matices que aportan las teorías que han sido asociadas al TAM, como las ya mencionadas en la fase precedente (TRA, MM o SCT). En concreto lo que se evalúa en la presente fase son fundamentalmente cuatro ámbitos asociados al TAM, circunscritos dentro de la PEOU pero con aproximaciones teóricas que incorporan una convergencia de modelos y teorías, de modo que la TRA, el MM, o SCT también aportan una dimensión esencial a la hora de abordar las interacciones de los agentes implicados con las tecnologías que se enmarcan dentro de los diferentes rangos del continuo de la virtualidad.

Tales tecnologías son parte del objeto de estudio para la evaluación de la PEOU, a partir de la aproximación a la evaluación de cuatro factores mediante una escala de Likert de 1 a 5, donde 1 corresponde al valor *totalmente en desacuerdo* y 5 al valor *totalmente de acuerdo*. Los cuatro factores que se evalúan en la presente fase son:

*La percepción de facilidad para el aprendizaje de las herramientas y tecnologías que normalmente son utilizadas en el laboratorio o medialab, y que corresponden a aquellas cuya incidencia de uso ha sido estudiada en esta misma secuencia del presente trabajo de investigación.*

*La percepción de factor facilitador, por parte de las tecnologías, para el desempeño de las tareas, con las tecnologías de las cuales los agentes implicados, que han sido consultados disponen en el laboratorio o medialab,*

*La facilidad para recordar los procesos en el desarrollo de los proyectos cuando han sido utilizadas las tecnologías que conforman el objeto de estudio en el laboratorio, en el medialab, o las propias áreas de investigación de la universidad. Lo que es analizado en este ámbito es la capacidad que poseen las tecnologías estudiadas para impulsar la capacidad de recordar los procesos de trabajo, con el fin de optimizarlos, repetirlos, desarrollar innovaciones al respecto y llevar a cabo una serie de perfeccionamiento de las modelizaciones para los procesos, lo que hace posible su aproximación, a su vez, al desarrollo de estándares.*

*La facilidad del sujeto para interactuar, a nivel general, con las tecnologías y herramientas que conforman el objeto en esta fase de la investigación, que forman parte, según las aproximaciones analíticas previas, del contexto del laboratorio, medialab, o el ámbito de investigación de la universidad. Este rasgo permite aproximarse a la capacidad de la tecnología analizada de optimizar, en la medida de lo posible, los procesos que son llevados a cabo en los proyectos que se desarrollan en tales ámbitos, de modo que una parte relevante de los perfiles consultados en la*

## 7. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

presente fase de la investigación afirman que no sería posible realizar sin la presencia de medios tecnológicos específicos, los cuales se enmarcan, según las aproximaciones teóricas llevadas a cabo en el presente estudio, dentro de los diferentes rangos asociados al continuo de la virtualidad.

El ratio de respuesta de la presente muestra es exactamente el mismo que el de la anterior, siendo constituida por los mismos componentes que en el resto de la secuencia de estudio (N=19), reflejando la necesidad de considerar los resultados bajo parámetros aproximativos que complementen la línea de estudio principal, constituida por la secuencia principal de estudio del TAM y la auto-percepción de los perfiles, constituida, a su vez, por una muestra de valor paramétrico.

El gráfico de barras mostrado a continuación refleja los valores de promedio ponderado que le son adjudicados, bajo parámetros evaluados de 1 a 5 en escala de Likert, a los cuatro factores enumerados en el esquema, en esta sección del estudio.

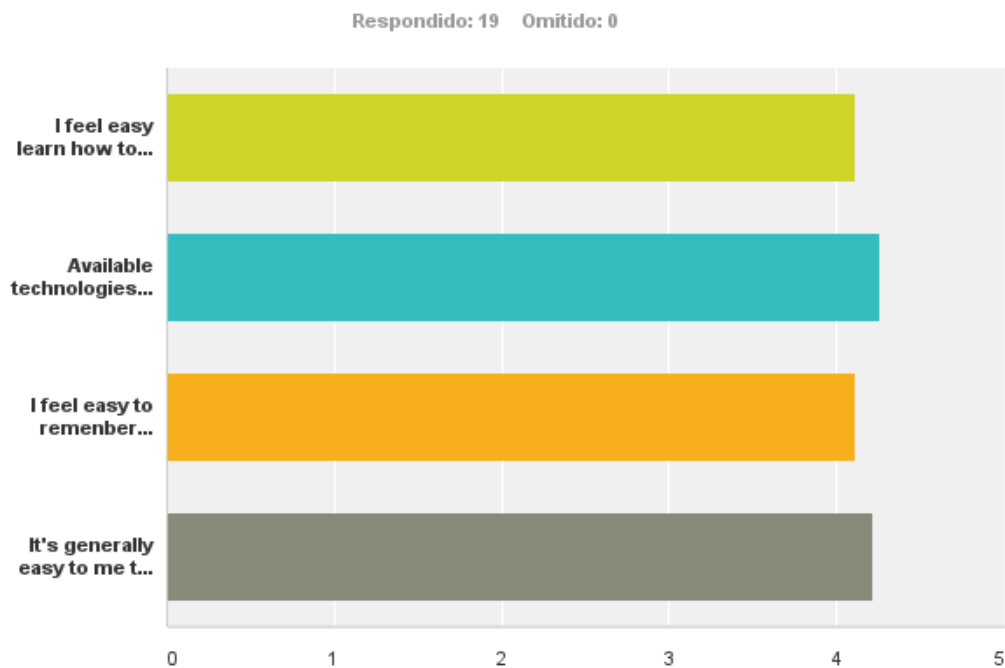


Figura 71. En este caso, el contexto representado es la percepción de facilidad de uso en relación al proceso de aprendizaje para la utilización del conjunto de tecnologías con las que se interactúa en el laboratorio.

Los factores implicados en esta parte del estudio son: la facilidad con que se ha aprendido a utilizar las tecnologías que forman parte del contexto del laboratorio (con una media ponderada de 4,11 en una escala de 1 a 5), la capacidad que tienen las tecnologías con las que se dispone en el laboratorio de facilitar el desempeño de tareas (4,26), la facilidad para recordar los procesos de trabajo cuando se produce una interacción con las tecnologías en el laboratorio (4,11) y la percepción de facilidad general para interactuar con las tecnologías con las que se desarrollan habitualmente proyectos en el laboratorio (4,22). Se observa en este caso que los agentes que están implicados en las actividades de los laboratorios, espacios de investigación universitaria y medialabs, poseen un elevado grado de percepción de adquisición de conocimientos relativos al uso de las tecnologías que son comúnmente utilizadas en tales espacios.

El contexto analizado, en relación a la PEOU del espacio de aprendizaje y las tecnologías enmarcadas dentro de los diferentes rangos, asociados al continuo de la virtualidad, muestra un valor de promedios ponderados relativamente elevado, lo que refleja una tendencia creciente en relación a la implementación de tecnologías en ámbitos de desarrollo de proyectos constructivistas, siendo necesario, no obstante profundizar en la observación y análisis de los propios procesos para llevar a cabo mejoras en los procesos de desarrollo e implementación de tecnologías, enmarcadas dentro de los diferentes rangos del continuo de la virtualidad, como la realidad virtual, la realidad aumentada, y la realidad mixta.

Los promedios ponderados muestran, por lo tanto, una serie de valores que se enmarcan dentro de los rangos *de acuerdo (4)* y *totalmente de acuerdo (5)*. Ello implica un elevado impacto de la percepción, por parte de los perfiles implicados de facilidad con la que han aprendido a utilizar las herramientas tecnológicas que han sido evaluadas en fases anteriores de la investigación, y que comprenden las herramientas para el desarrollo de entornos virtuales de carácter interactivo 2D y 3D (motores de juegos), los dispositivos de hardware (profundizando, particularmente, en las posibilidades que ofrece el hardware libre) y los SDK y lenguajes de programación.

Esta facilidad percibida para el aprendizaje de las herramientas revela particularmente la idiosincrasia del perfil consultado, normalmente familiarizado con las tecnologías virtuales y el hardware. Revelándose fundamentalmente como un perfil que mayoritariamente se define como investigador, el impacto en la incidencia de uso de las tecnologías de los ámbitos analizados es elevado, lo cual revela, a priori, la relación entre el entorno, la implantación y uso de tecnología, y la propia investigación. Las líneas de investigación que se plantean en torno a la relación entre la investigación, el desarrollo de proyectos fundamentados en procesos constructivistas, y el uso de las tecnologías analizadas, precisan de parámetros y variables que puedan ser medidos a través de coeficientes de correlación, como el coeficiente de correlación de Pearson, lo cual permitiría profundizar en los factores que lleva asociada dicha correlación<sup>224</sup>.

La percepción de capacidad de las tecnologías para la facilitación de las tareas, llevadas a cabo dentro de los proyectos en el ámbito de los laboratorios y medialabs, también obtiene una media ponderada en escala de Likert elevada, lo que revela, en una primera instancia, el elevado grado de percepción de la necesidad de continuar trabajando en estrategias de implantación de tecnologías (enmarcados dentro de diferentes rangos del ámbito de lo virtual) y procesos interactivos, ligados a objetivos específicos de investigación y desarrollo de proyectos, así como el diseño de entornos y técnicas de aprendizaje donde se observen fenómenos de convergencia de las disciplinas STEAM.

La elevada incidencia de los aspectos percibidos como positivos en relación a la percepción de facilidad para la interacción con tecnologías digitales, enmarcadas en los diferentes rangos asociados al continuo de la virtualidad, revela también la propia capacidad de las tecnologías estudiadas, a priori, para hacer un seguimiento y, de este modo, sistematizar los procesos de trabajo que conforman el flujo de actividades llevadas a cabo en los ámbitos estudiados, como los laboratorios o medialabs. De este modo, el elevado impacto de la percepción de los aspectos considerados como beneficiosos, en este ámbito concreto, para la sistematización del proceso de trabajo, el desarrollo de proyectos y la investigación heurística, poseen como uno de los elementos

---

<sup>224</sup> El estudio de tal correlación, no obstante, no forma parte, en una primera instancia, de los objetivos de estudio del presente trabajo de investigación, proponiéndose sin embargo la continuación de líneas de estudio que profundicen en este y otros factores asociados.

fundamentales de confluencia el uso de tecnologías enmarcadas dentro del continuo de la virtualidad, donde aspectos como la simulación a través de la realidad virtual y la interacción con información complementaria en el entorno, a través de la realidad aumentada, producen ese resultado de impacto positivo en la sistematización de los procesos.

La presente fase del estudio revela, de un modo complementario, en relación a otras secuencias de la presente investigación, una serie de planteamientos transversales que ponen en relieve el hecho fundamental que a priori se muestra como evidente: los perfiles implicados en las actividades de los laboratorios y medialabs presentan en primera instancia una buena predisposición y capacidad para interactuar con herramientas tecnológicas inscritas en el continuo de la virtualidad. Una serie de estudios pormenorizados y observados desde la triangulación metodológica permitirían, a este respecto, observar la correlación entre el interés por mejorar los procesos de implementación de las herramientas del continuo de la virtualidad en los contextos referidos, y la predisposición de los perfiles implicados en el desarrollo de proyectos en los laboratorios debido precisamente a la naturaleza de esos perfiles y las tendencias que tienen, en particular los medialabs, de incorporar dentro de sus proyectos, de modo inherente, una serie de perfiles específicos y a su vez heterogéneos, como investigadores, programadores, diseñadores multimedia o educadores.



## 7. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

### 7.3. Modelización y estructura visual de escenarios y procesos

La configuración visual y la estructuración de diferentes escenarios y entornos en los que se observa una convergencia entre diversos grados del continuo de la virtualidad, procesos creativos y trabajo colaborativo entre perfiles multidisciplinares, tiene, como se viene definiendo, diferentes aproximaciones. El diseño del escenario en el que se llevan a cabo los procesos para el desarrollo de proyectos, o la experimentación con componentes tecnológicos o elementos (también físicos) que permiten potenciar la dimensión creativa en el proceso de interacción entre el individuo y el entorno. En relación a este fenómeno, vienen siendo reportadas experiencias que plantean la estructuración de los proyectos a través de la diferenciación y búsqueda de interrelaciones de los componentes que lo configuran. Así, las experiencias de especificación y diferenciación de los elementos que configuran los entornos, y de los procesos creativos, educativos, o para el desarrollo de proyectos, a través de dinámicas para la visualización de escenarios que implican varios factores (humano, objetos/componentes, entorno), como el IMS LD (Jeffery y Currier, 2005), presentan desde la primera década del siglo XXI varias aproximaciones de ámbitos de aplicación. De este modo, el uso de especificaciones y modelos de estructuración de los componentes de un escenario (en una primera instancia, planteado para contextos educativos en el caso específico del IMS LD) presentan diferentes ámbitos de aplicación, relacionados directamente con la temática a tratar. De hecho, Burgos et al. (2006) ya vienen planteando el uso de la especificación para modelar videojuegos con proyección educativa, en la medida en que el propio juego se proyecta con un escenario en el que se lleva a cabo una representación<sup>225</sup>. Barab y Squire (2004) también lo vienen planteando en ámbito de paradigmas emergentes en las ciencias de la educación, de manera que los eventos, los usuarios y los objetos<sup>226</sup> no se constituyen como factores aislados, sino que se enmarcan dentro de la dinámica de una serie de procesos interrelacionados. El mismo planteamiento viene siendo aplicado a las dinámicas estructurales, relacionadas con ámbitos que son abordados en el presente estudio, como la robótica (aplicada a los ámbitos de la educación o a la proyección de soluciones heurísticas en referencia a problemáticas transversales). El diseño de actividades en los que se ve implícita la robótica, por ejemplo, la modelización y especificaciones de los procesos que implican trabajo con hardware y software en entornos colaborativos,

---

<sup>225</sup> Volviendo de nuevo a la metáfora del teatro que viene siendo recurrente en especificaciones tales como el IMS LD.

<sup>226</sup> Los autores hacen referencia específica al contexto educativo, pero los planteamientos referidos en el presente trabajo de investigación, en relación a la dinamización de los fenómenos procedurales, sugiere su aplicabilidad en ámbitos como la investigación y el contexto experimental de los laboratorios y medialabs, o bien en los procesos de trabajo en las industrias creativas, entre otros. Los autores también vienen planteando el contexto de las ciencias de la como laboratorio donde se llevan a cabo procesos de aprendizaje, elaboración de proyectos y discursos, y procesos dinámicos marcados, en no pocas ocasiones, por una componente constructivista (desde el punto de vista educativo)

vienen siendo objeto de aproximaciones en la literatura científica a través de experiencias que ayuden a contextualizar y estudiar los factores operativos de los elementos que componen un escenario en el que se producen unos procesos determinados. Experiencias pioneras como las de Robinson (1996), o recientes como las de Val y Pastor (2012) presentan una aproximación a la configuración estructural de los procesos, obviamente, desde puntos de vista marcados por el contexto temporal (y por ello, de carácter heterogéneo), llevados a cabo en ámbitos en los que se plantea el uso de dispositivos robóticos, abordando, así la importancia de configurar una estructura o un mapeado de los propios procesos, si bien la índole dinámica de los mismos proyecta diferentes aproximaciones y formas de abordar o de realizar una especificación global de los mismos.

La deconstrucción de los fenómenos narrativos (ya que los procesos pueden ser enfocados, también desde una perspectiva narrativa) implica también la posibilidad de implementar la modelización de las mecánicas (como ocurre en las mecánicas de juego dentro del ámbito de desarrollo de videojuegos) o el uso de especificaciones o mapas mentales, entre otros, a través de aproximaciones observadas en el presente trabajo de investigación, tales como el UML o el IMS LD (que por otra parte, y tal y como se viene describiendo, poseen naturalezas diferentes). Sin embargo, aproximaciones teóricas, en referencia al fenómeno estructural de las narrativas, que en ocasiones son planteadas como figuras retóricas –la narrativa como una suerte de realidad virtual (Ryan, 2001)- marcan una serie de perspectivas en las que el uso de modelados estructurales, especificaciones, mapas mentales, o modelos de representación visual, se configuran como herramientas que vienen a profundizar en las relaciones entre la estructura y el contenidos, y que describen, a su vez, las interacciones entre los agentes, los objetos, y el espacio<sup>227</sup>, permitiendo, a su vez localizar fallas o lagunas en la estructura, e inclusive, oportunidades de mejora e innovación en el diseño o en el proceso.

En el actual trabajo se pone el foco en 60 proyectos específicos de 12 laboratorios y medialabs (incluyendo también espacios dentro de festivales) distribuidos en siete ciudades de cuatro países<sup>228</sup>, entre ellas Madrid y Sevilla (España), Orlando (Florida), Boston (Massachusetts), Santa Fe (Nuevo México), París (Francia) y Porto Alegre (Rio Grande do Sul, Brasil).

Los proyectos han sido abordados, en una primera instancia, a partir de los métodos inductivos que parten de la teoría fundamentada (Yancey Martin y Turner, 1986, Strauss y Corbin, 1994, Trinidad Requena, 2006, Abela et al. 2007), cuyos procedimientos de abordaje de la información vienen siendo descritos, de forma detallada, en el apartado relativo a la metodología. De este modo, la teoría se genera de modo inductivo en un área o conjunto de áreas del conocimiento específicas (Glaser, 1992, p. 30, en Glaser

---

<sup>227</sup> Inclusive en el contexto del diseño de narrativas.

<sup>228</sup> Aunque algunos son de carácter ubicuo y distribuido y tienen sede en varias localizaciones geográficas.

y Holton, 2004), para una posterior reconstrucción esquemática de modelos que puedan categorizar los diferentes componentes, a través de las aproximaciones que vienen siendo descritas en el presente apartado: lenguajes de modelado, especificaciones, simulaciones de escenarios, o mapa mentales.

El proceso sería, en este contexto, además, similar a la denominada ingeniería inversa, pero aplicada a la observación y descripción de los procesos y proyectos genéricos que se desarrollan en los laboratorios y medialabs. Así, se obtiene información del diseño de la estructura (siendo propuesto un modelo a posteriori) a partir de un escenario o proyecto concreto, de manera que, una vez conocidos sus componentes, sea viable investigar en relación a la reproducción de dichas estructuras. A modo de símil, al igual que la ingeniería inversa pretende reproducir un producto obteniendo información a partir de sus componentes, la presente fase del estudio plantea la observación de los elementos y fenómenos que componen las dinámicas y modelos de interacción de los laboratorios y medialabs, así como la dimensión relativa al uso de la tecnología, para, de este modo, llevar a cabo una tentativa de generación de modelos que permitan progresar en el desarrollo de entornos en los que la componente tecnológica se encuentre presente, y se produzcan dinámicas de interacción entre perfiles interdisciplinarios, que tenga como resultado el desarrollo de proyectos que impliquen, entre otros, una fuerte componente tecnológica y creativa, y que ayuden a aportar una serie de reflexiones, soluciones, o aplicaciones prácticas, en lo referente al contexto social y cultural vigente.

Los proyectos observados mediante dicha metodología inductiva presentan un carácter heterogéneo en los aspectos procedurales y en las formas, si bien es destacable el encuentro de una serie de denominadores comunes que vienen, no obstante, siendo observados en las aproximaciones teóricas del presente trabajo de investigación. En una primera instancia, y como se observa posteriormente, aparecen (ya en los resúmenes introductorios), una serie de fenómenos recurrentes, tales como *virtual*, *simulación*, *colaborativo*, *narrativa*, *interacción*, *plataforma*, *proyecto* o *creación*, entre otros, los que se configuran, a este respecto, como los componentes objetuales y verbales que conforman la espina dorsal de la estructura de los proyectos analizados.

Tabla 6. Listado de proyectos analizados pertenecientes a las dinámicas de los laboratorios y medialabs.

---

**ARSGAMES MADRID<sup>229</sup>**

**GAMESTAR(T)**

Proyecto lúdico-formativo que combina arte, videojuegos y tecnología, con proyección creativa, y fundamentado en las pedagogías libres, dentro de contextos educativos informales.

**AUDIOGAMES**

---

<sup>229</sup> Recuperado en 2014-05-10 de <http://arsgames.net/blog/>

Instalación interactiva sonora jugable, basada en la sinestesia, que permite al usuario interactuar con el espacio mediante estímulos sonoros tridimensionales.

#### PLAYLAB 3C (3 CULTURAS)

Espacio híbrido para la innovación, la creación y el prototipado de videojuegos y aplicaciones derivadas de los mismos, donde participan perfiles interdisciplinarios en el proceso creativo.

#### **HACKIDEMIA BERLÍN**<sup>230</sup>

##### DANCING DRONES

Drones bailarines: Workshop basado en procesos en el que los participantes (niños y padres) aprenden a conocer los componentes de un Helicóptero RC y ensamblarlo.

##### VIDEO-GAME PROGRAMMING

Programación de videojuegos: Workshop en el que los participantes (padres y niños) son introducidos a los entornos de desarrollo de programación (Scratch), con enfoque creativo, mediante la exploración de interfaces y el diseño de narrativas colaborativas.

##### MICROELECTRONICS

Microelectrónica: Workshop basado en procesos, en el que los participantes (padres y niños) aprenden a conocer y profundizar en el mundo de la electrónica.

##### PAPER SPEAKERS

Altavoces de papel: Workshop colaborativo en el que se lleva a cabo la fabricación de altavoces de papel o tela, usando una bobina de 5-9V.

##### MUSIC HACKS

Taller introductorio al dispositivo Makey Makey, donde se realiza el prototipado de un instrumento virtual cuyas teclas son materiales conductores (materia orgánica, plastilina...)

##### ROBOTICS & MINDSTORMS

Robótica y Mindstorms: Workshop introductorio a la robótica y la programación, mediante el uso de herramientas visuales e intuitivas que faciliten el proceso de desarrollo de los dispositivos.

##### DNA EXTRACTION

Extracción de ADN: Workshop para el aprendizaje, mediante procedimientos sencillos, para extraer material genético de organismos vegetales y animales (mediante técnicas no intrusivas).

##### DIY MICROSCOPE

Microscopio DIY (Do it yourself): Workshop colaborativo para la fabricación de un microscopio, mediante el reciclaje de una webcam.

##### AIR QUALITY BALLOONS

Globos para la calidad del aire: Workshop en el que se ensamblan los componentes para la fabricación de un globo para medir la calidad del aire, en combinación con el uso de componentes electrónicos (sensores ambientales y bombillas LED, fundamentalmente).

##### MOSCILLATOR ORCHESTRA

Orquesta Moscillator (*Moss/Musgo + Oscillator/Oscilador*): Workshop de fabricación de sensores de presión con musgo, mediante las propiedades conductivas de su propia estructura orgánica.

##### BACTERIA BATTERY

Batería con bacteria: Workshop de fabricación de una batería con fuel proveniente de

<sup>230</sup> Recuperado en 2014-05-10 de <http://www.hackidemia.com/>

fuentes microbianas (MFC), mediante el uso de una bacteria, situada en el ánodo, que lleva a cabo el proceso de oxidación (mediante la respiración del metal).

#### FRUITS SUPERPOWERS

Super-poderes de las frutas: Workshop colaborativo en el que se aborda el concepto de resistividad a través del uso de materia orgánica, fundamentalmente vegetales, y el aprendizaje, mediante tales procesos, de leyes de la física, como la ley de Ohm.

#### **SREAL / SYNTHETIC REALITY LAB - INSTITUTE FOR SIMULATION AND TRAINING – UCF ORLANDO<sup>231</sup>**

##### INTERCONNECTIONS: REVISITING THE FUTURE

Interconexiones: Revisitando el futuro: Experiencia inmersiva 3D que recrea el entorno de la Feria Mundial de Nueva York en los años 1964/1965.

##### MIXED AND AUGMENTED REALITY: BASIC RESEARCH

Investigación básica en realidad mixta y aumentada: Enfocada en áreas tales como la imagen y los gráficos computacionales y el HCI. Con aplicaciones al patrimonio digital, el entrenamiento, la rehabilitación y la educación STEM.

##### NETWORKED DIGITAL PUPPETRY: BASIC RESEARCH

Investigación básica en control digital de marionetas en red: Con enfoque en áreas tales como el comportamiento de los agentes, HCI y protocolos de red.

##### PHYSICAL VIRTUAL AVATARS: BASIC RESEARCH

Investigación básica en avatares físicos virtuales: Con incidencia en áreas como renderizado y calibrado multi-proyector, gráficos computacionales y HCI, seguimiento o filtros de Kalman. Con aplicaciones en áreas como la presencia virtual y el entrenamiento en los procesos de los profesionales de las ciencias de la salud.

##### VISUALIZATION: BASIC RESEARCH

Investigación básica en visualización: Enfocada en contextos como las técnicas de almacenamiento, o el diseño para la gestión y visualización de árboles filogenéticos de gran tamaño.

#### **E2I CREATIVE STUDIO - INSTITUTE FOR SIMULATION AND TRAINING – UCF ORLANDO<sup>232</sup>**

##### INCIDENT COMMAND TRAINING: ORANGE COUNTY FIRE & RESCUE DEPARTMENT

Entrenamiento del comando de incidentes: Departamento de bomberos y rescate del condado de Orange: Desarrollo de una simulación inmersiva para el entrenamiento de equipos de bomberos y rescate.

##### DRAMA RAMA

Prototipo de videojuego interactivo fundamentado en la interacción entre el usuario y los avatares mediante respuestas verbales y no verbales, con aplicación a la mejora de la resistencia de la presión en situaciones sociales.

##### SPACE SCIENCE AND SPIRITUALITY: FUNDED BY TEMPLETON FOUNDATION

Proyecto colaborativo interdisciplinar (científicos, filósofos, humanistas) proyectado a simular la experiencia de los efectos de viajes espaciales.

##### MEteor

Proyecto de carácter informal, dentro del ámbito de la investigación para la educación científica, cuyo objetivo se fundamenta en explorar los efectos corporales y ergonómicos, así como psicosomáticos, del proceso de interacción en el contexto de aprendizaje de la ciencia.

<sup>231</sup> Recuperado en 2014-05-16 de <http://sreal.ucf.edu/>

<sup>232</sup> Recuperado en 2014-05-23 de <http://e2i.ist.ucf.edu/>

**WATER JOURNEY THROUGH THE EVERGLADES**

Viaje acuático a través de las Everglades: Recreación simulada con técnicas virtuales para la divulgación del conocimiento de la vegetación endógena de la región de Florida, con un especial énfasis en la región de las Everglades.

**RAPTER - INSTITUTE FOR SIMULATION AND TRAINING – UCF ORLANDO<sup>233</sup>**DRIVING SIMULATION LAB (RAPTER)

**Laboratorio, enmarcado dentro de Rapter, que trabaja con varios modelos de simuladores, orientados fundamentalmente al manejo de vehículos.**

**PATROLSIM SIMULATOR**

Simulador de conducción orientado a la enseñanza de maniobras, complejas o que revisten algún tipo de peligro, a los oficiales encargados de la seguridad vial.

**RAYDON SIMULATOR**

Simulador de conducción orientado al aprendizaje de habilidades básicas y maniobras fundamentales.

**KELLER SIMULATOR**

Simulador de conducción multifuncional, que puede ser usado para mejorar las capacidades de cálculo del conductor así como para que los instructores desarrollen unidades didácticas.

**FAAC SIMULATOR**

Simulador de conducción basado en dos pantallas, aplicable tanto a la simulación de conducción de camiones como de coches.

**RUPERT SIMULATOR**

Simulador virtual de gran tamaño, con visión en primera y tercera personas, destinado al aprendizaje de la conducción de camiones.

**TRUCK DRIVING SIMULATOR**

Simulador virtual para la conducción de camiones, enfocado en el aprendizaje de habilidades básicas en la conducción.

**MARK III TRUCK DRIVING SIMULATOR**

Simulador virtual con cabina de camión física incorporada instalada sobre una base móvil que permite seis grados de libertad.

**SIMBOX**

Entorno virtual para el desarrollo de escenarios con un software basado en SCROM, capaz de desplegar simulaciones de diferentes escenarios y vehículos (desde coches de policía hasta aviones de combate), en función de los propósitos de entrenamiento específicos.

VIRTUAL PERFORMANCE LAB (RAPTER)

**Nota: No han sido localizados proyectos en la plataforma en línea en este laboratorio.**

R&D LEARNING LAB (RAPTER)

**Laboratorio, enmarcado dentro del Rapter, orientado al desarrollo de entornos virtuales para el aprendizaje de competencias específicas, mediante la interacción y la simulación en entornos seguros.**

**PROFESSIONAL ENGINEERING PORTFOLIO PROJECT**

Plataforma para el desarrollo de un portfolio virtual dentro del contexto de la educación en la ingeniería, que tiene como finalidad producir una mejora en el impacto de la

<sup>233</sup> Recuperado en 2014-06.07 de <http://rapter.ist.ucf.edu/>

percepción de los estudiantes en las competencias y habilidades tanto técnicas como transversales.

#### DISTRACTED DRIVING RESEARCH

Proyecto, basado en el uso de simuladores virtuales de conducción, que investiga en torno a los escenarios, los rasgos y las consecuencias, en entornos seguros, de la distracción en la conducción de vehículos convencionales.

#### FORENSICS ONLINE COURSES: CHEMICAL BIOLOGICAL RADIOLOGICAL/NUCLEAR AND EXPLOSIVES

Proyecto de simulación de situaciones, mediante herramientas de realidad virtual, para investigar y optimizar las reacciones de respuesta inmediata, por parte de los cuerpos de rescate, a teóricos ataques con explosivos de origen biológico y radiológico, así como armas químicas, permitiendo ensayar la implementación de protocolos y fomentando el entrenamiento en la toma de decisiones.

#### FORENSICS ON-LINE COURSES: HIGH AND LOW EXPLOSIVES

Proyecto de simulación de situaciones, mediante herramientas de realidad virtual, para investigar y optimizar las reacciones de respuesta inmediata, por parte de los cuerpos de rescate, a teóricos ataques con explosivos primarios y secundarios, permitiendo ensayar la implementación de protocolos y fomentando el entrenamiento en la toma de decisiones.

#### WEB BASED SAFETY INSPECTOR TRAINING AND CERTIFICATION PROGRAM

Programa de certificación y entrenamiento, basado en red, para inspector de seguridad: Proyecto desarrollado en un entorno virtual (a modo de plataforma) que suministra un programa de certificación para inspector técnico en seguridad vial, mediante simulación de situaciones reales.

#### NAVY AND ARMY TRAINING WITH GAMES

Entrenamiento para el ejército y la marina a través de juegos digitales interactivos y simuladores.

#### PRIMESKILLS: THE PERFORMANCE IMPROVEMENT SYSTEM

Sistema de mejora del desempeño de habilidades aplicables al entorno laboral, mediante la interacción en grupo y la implementación de simuladores.

#### **RETROLABS - INSTITUTE FOR SIMULATION AND TRAINING - UCF ORLANDO<sup>234</sup>**

##### PROJECT ASPIRE

Architecture for Stress, Performance, Inoculation, Resilience, and Endurance (ASPIRE) / Arquitectura para el estrés, desempeño, inoculación, resiliencia y resistencia. Proyecto, basado en un entorno de simulación virtual, orientado a incrementar el bienestar y la salud psicológico y emocional en personal militar, fundamentalmente.

##### TREATING SELECTIVE MUTISM

Tratando el mutismo selectivo: Aplicación basada en la simulación de contextos y situaciones (mediante la interacción con avatares en el entorno virtual), orientada a ofrecer una terapia complementaria al trastorno de la comunicación verbal conocido como mutismo selectivo.

##### MENTAT

Proyecto de simulación e interacción con entornos virtuales que estudia, mediante el desarrollo y el análisis del impacto de serious games, el ámbito de los sesgos cognitivos, con el fin de mejorar procesos ligados a la toma de decisiones.

<sup>234</sup> Recuperado en 2014-06-15 de <http://ucfretrolab.org/>



**RESILIENCE MINIGAMES**

Minijuegos de resiliencia: Conjunto de siete serious games virtuales orientados al incremento del factor de la resiliencia en situaciones complejas.

**DIGITAL ECALC**

Espacio virtual interactivo desarrollado en el laboratorio, que incorpora una serie de actividades destinadas a promover la cultura digital y el conocimiento en determinados sectores sociales sobre temáticas como, por ejemplo, el consumo de alcohol.

**DAU COURSEWARE**

Conjunto de proyectos que incorporan serious games virtuales interactivos para la mejora de la adquisición de competencias en la defensa, así como el entrenamiento de esas competencias.

**GAME-BASED TRAINING**

Entrenamiento basado en juegos: Proyecto enmarcado dentro de VESSEL (Virtual Environments for Ship and Shore Experiential Learning / Entornos Virtuales para el Aprendizaje Basado en Experiencias para Navegación y Litoral), se constituye de una serie de serious games virtuales para entrenar a los usuarios en protocolos de comunicación, navegación a bordo y procedimientos para el control de averías en los barcos.

**GUARDIAN ANGEL**

Ángel guardián: Proyecto basado en el uso de entornos virtuales interactivos basados en serious games, que pretende impulsar el uso de estas tecnologías para la investigación en el desarrollo de terapias enfocadas a evitar recaídas en determinadas adicciones, mediante la adquisición de competencias cognitivas.

**LUNAR QUEST**

Plataforma consistente en un juego masivo multijugador (Massive Multiplayer Online Game o MMOG) compuesto de una plataforma principal 3D que contiene minijuegos 2D, que se constituye como una simulación dinámica de los factores ecológicos y económicos de la luna, en el contexto de la simulación de un asentamiento.

**IMAGINATION, COMPUTATION AND EXPRESSION LABORATORY-MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY BOSTON<sup>235</sup>****ADVANCED IDENTITY REPRESENTATION (AIR) PROJECT**

Proyecto de representación de identidad avanzada: Sistema virtual interactivo destinado al hallazgo de soluciones para videojuegos en con mecánicas de juego heterogéneas, diseños de niveles o estructuras de diversa naturaleza. Este proyecto virtual analiza y estudia, por otro lado, los mecanismos y dinámicas en cómo la gente construye formas de expresión en entornos virtuales, incluyendo sistemas computacionales, así como videojuegos o redes sociales.

**CHIMERIA**

Entorno virtual de simulación de dinámicas de grupo a partir de patrones matemáticos e inteligencia artificial, desarrollando modelos dinámicos de categorías sociales, a través de interacciones fundamentadas en modelos sociolingüísticos de narrativa conversacional.

**MIMESIS**

Entorno virtual basado en un serious game enfocado a la proyección de la comprensión de las experiencias en el mundo real y los factores emocionales y afectivos, y que permite a los usuarios explorar los fenómenos asociados a la

<sup>235</sup> Recuperado en 2014-06-11 de <http://ucfretrolab.org/>

construcción de identidad.

#### GESTURAL NARRATIVE INTERACTION (GeNIE) PROJECT

Proyecto basado en un entorno virtual que pretende desarrollar y lleva a cabo una mejor comprensión de las interfaces gestuales para los trabajos expresivos de narrativa interactiva.

#### LOSS, UNDESEA

Proyecto de semántica narrativa multimedia e interactiva, basada en un entorno virtual, en el que el usuario construye el personaje/avatar llevando a cabo acciones motivadas a través de la dimensión emocional.

#### GENERATIVE VISUAL RENKU

Renku visual generativo: Proyecto generativo visual basado en la modularidad, basado en la poesía polimórfica que parte a su vez de la poesía japonesa Renku, los modelos generativos del arte computacional, y la naturaleza icónica de los caracteres chinos. El sistema compone imágenes icónicas en función de su interacción con el usuario.

#### **CENTER FOR CREATIVITY - SANTA FE. UNIVERSITY OF ART AND DESIGN SANTA FE<sup>236</sup>**

##### FRONTIER

Plataforma virtual multimedia enfocada a la creación de una comunidad online para la creación artística y el diseño, con el foco puesto en la innovación y la experimentación.

#### **DESING AND INNOVATION LAB - ARTS ET MÉTIERS PARIS TECH PARIS<sup>237</sup>**

##### DYNAMIC TABLETOP INTERFACES FOR INCREASING CREATIVITY

Tablets (de tamaño de una mesa) dinámicas para incrementar la creatividad: Proyecto de investigación en un laboratorio multimedia que experimenta en torno a las dinámicas de trabajo con dispositivos interactivos, con vistas a introducir mejoras en los procesos creativos en grupo y en los resultados obtenidos. (Schmitt et al., 2012)

#### **ZEMOS 98 SEVILLA<sup>238</sup>**

##### MICRONARRATIVAS AUDIOVISUALES

Workshop destinado a ofrecer a los usuarios el conocimiento de las mecánicas y dinámicas de funcionamiento de los subgéneros emergentes de narrativa audiovisual en espacios digitales e internet.

#### **GRUPO DE CONTROLE AUTOMAÇÃO E ROBÓTICA - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL PORTO ALEGRE<sup>239</sup>**

##### ROBÓTICA PARA ENSEÑANZA DE LA MECATRÓNICA

Proyecto de desarrollo de dispositivos robóticos con materiales de bajo costo, en el que se plantean a los alumnos de grado de ingeniería el aporte de soluciones creativas a un problema abierto a partir de las herramientas de la computación.

También han sido, en un primero momento, planteados otros laboratorios para su inclusión en esta fase del estudio, pero posteriormente su incorporación al estudio ha sido descartada por los motivos que se describen a continuación:

<sup>236</sup> Recuperado en 2014-06-18 de <http://santafeuniversity.edu/>

<sup>237</sup> Recuperado en 2014-06-18 de <http://cpi.paris.ensam.fr/> y de <http://www.ensam.eu/>

<sup>238</sup> Recuperado en 2014-09-08 de <http://www.zemos98.org/>

<sup>239</sup> Recuperado en 2014-09-14 de <http://www.ece.ufrgs.br/>

Tabla 7. Proyectos sobre los cuales la información obtenida ha sido insuficiente para continuar el estudio con dicha muestra.

---

**AC LABS MADRID**

Información insuficiente en el espacio web en relación a actividades, proyectos y workshops, lo que ha dificultado el paso a la fase de análisis exhaustivo.

**ESCUELAB LIMA**

Información insuficiente en el espacio web en relación a actividades, proyectos y workshops, lo que ha dificultado el paso a la fase de análisis exhaustivo.

**HACKTHULHU MADRID**

El traslado de local del colectivo ha propiciado que sea difícil monitorizar las actividades desarrolladas a cabo por el mismo (no habiéndose registrado actividad reciente), con lo que finalmente se ha optado por no incluirlo en esta parte del análisis.

---

La tipología de los proyectos observados en los laboratorios indica la presencia de fenómenos de diversa naturaleza. Desde el desarrollo de simuladores de conducción, hasta talleres colaborativos basados en proyectos y con una mediación tecnológica potente. También es posible encontrar entornos virtuales interactivos, destinados algunos a la interacción con los factores emocionales y basados en la dimensión afectiva, y otros fundamentados en la adquisición de competencias técnicas y en la práctica de habilidades específicas. Varios de estos laboratorios realizan, además, investigación básica en áreas como la realidad virtual o la computación afectiva.

El estudio y abordaje de la dimensión psicosomática también se encuentra presente en los proyectos desarrollados por los diferentes laboratorios y medialabs, siendo relevante el rol que se le otorga, en términos generales, a los factores afectivos o incluso ergonómicos. El estudio de la presión en situaciones sociales específicas<sup>240</sup> se conforma como un fenómeno experimental, en el que la interacción que ofrece el entorno de realidad virtual, entre usuarios y avatares, permite aproximarse a las simulaciones y recreaciones de circunstancias potenciales en las que se ven implicados los factores afectivos, por una parte, y en el que la toma de decisiones no corresponde, en parte de los ámbitos analizados, a un contexto en el que se den soluciones únicas al enfoque de una problemática. Dada la complejidad de la representación de situaciones sociales en que se ven implicados factores humanos<sup>241</sup>, el avance de la simulación de situaciones de esta índole precisa continuar incorporando diferentes factores relativos a las ciencias cognitivas y sociales, siendo materializados a través de áreas de estudio tales como el HCI, el diseño de experiencias, las dimensiones afectivas, la construcción simbólica de escenarios virtuales, e incluso la propia dimensión narrativa, que lleva implícita, a su vez, una serie de componentes emocionales.

---

<sup>240</sup> Denominada *peer pressure* en la descripción del proyecto por parte del laboratorio, o presión entre pares.

<sup>241</sup> Debido a los factores limitantes de la inteligencia artificial, y a la necesidad de una mayor profundización desde el enfoque de las ciencias sociales y cognitivas (ver, además, Test de Turing y Habitación China).

La construcción de factores y categorías sociales, también se encuentra presente en los proyectos que vienen siendo analizados, como viene siendo el caso de los entornos virtuales interactivos Chimeria o GeNIE. La dimensión narrativa se constituye como una componente experimental que abre la línea de la producción generativa de contenido en el espacio virtual, de modo que las interacciones entre el usuario y los elementos que se encuentran integrados en tal espacio virtual proyectan también, potencialmente, la apertura de líneas de trabajo en torno a la modularidad y los factores computacionales, por una parte, y la generación y uso de patrones matemáticos que exploren diferentes dimensiones en lo relativo a la interacción, teniendo, a su vez, en cuenta, las dimensiones ergonómicas y cognitivas descritas con anterioridad<sup>242</sup>.

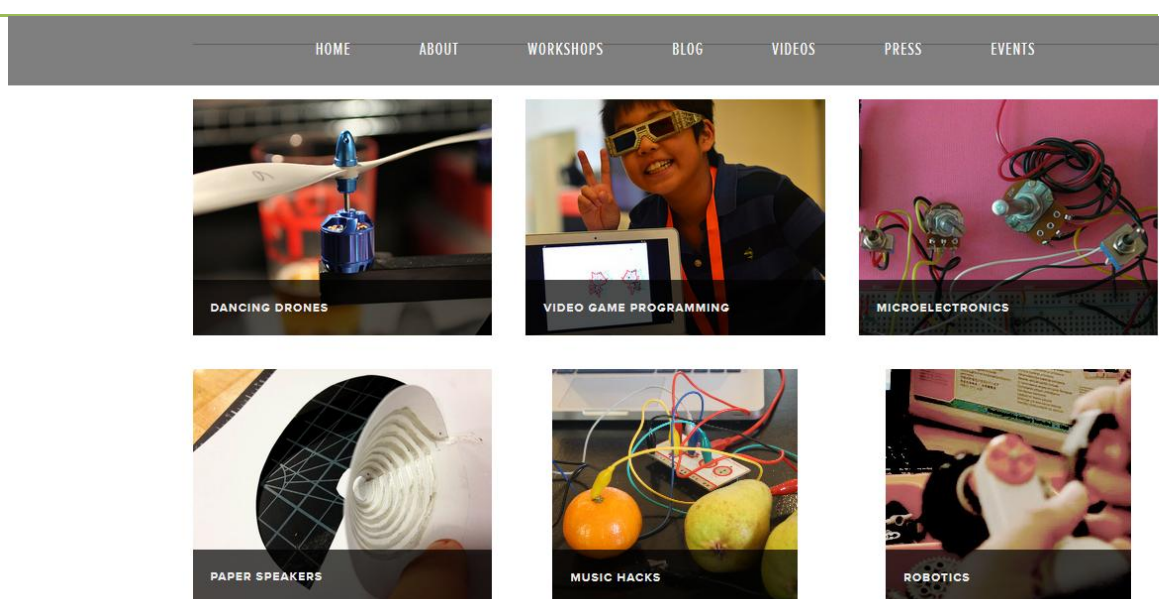


Figura 72. Interfaz del sitio web de *Hackidemia*, donde se muestran algunos de los proyectos (fundamentalmente basados en workshops) y actividades que se llevan a cabo.

Los proyectos desarrollados tienen un carácter heterogéneo, en los cuales se abordan áreas como la robótica, la microelectrónica, el uso de videojuegos para el aprendizaje de la programación, y el aprendizaje de los fundamentos del funcionamiento de los drones, entre otros. Recuperado en 2014-07-16 de <http://www.hackidemia.com/workshops/>

Las dimensiones del aprendizaje colaborativo son abordadas en los proyectos que vienen siendo objeto de estudio, en los cuales, además, la mediación tecnológica y la importancia del entorno se revelan como factores que contribuyen en la construcción de entornos dinámicos. De este modo, si bien la naturaleza de los proyectos difiere en

<sup>242</sup> No obstante, desde el presente estudio se incide en la importancia de la integración de un número cada vez mayor de áreas de estudio en el diseño de laboratorios y escenarios experimentales de interacción, simulación y creación.

factores como la proyección en el tiempo o la integración de los propios contenidos<sup>243</sup>, se observan una serie de denominadores comunes que pueden ser, si cabe, propios también de los laboratorios enmarcados dentro del ámbito universitario (o que proyectan servicios a través de plataformas virtuales), si bien con una estructura relacional diferente. La idea de esta *ingeniería inversa* (mediante los métodos inductivos referidos) y estudio de los componentes es, precisamente, el conocimiento de los factores y los agentes componen los procesos en los que se enmarcan las actividades de los laboratorios. Esto ocurre, inclusive si los objetivos específicos de los laboratorios difieren, en lo relativo a la búsqueda de posibles lagunas (o brechas) y el planteamiento de problemáticas emergentes, desarrollando así una serie de modelos que por otra parte son de carácter dinámico. Al encontrarse, en gran parte de los escenarios, los procesos en la elaboración de proyectos, salpicados de dicho carácter dinámico, la configuración de modelos (para el diseño de dinámicas en los laboratorios) se presenta como un fenómeno flexible, donde son tenidos en cuenta, no obstante, los componentes que vienen siendo descritos en la parte metodológica, en referencia a la presente fase de investigación cualitativa, y que se sostiene, como se ha explicado, en teorías como la teoría fundamentada (para el hallazgo de la información por métodos inductivos) y la composición de escenarios según lenguajes de modelado.

Por ello los elementos que se configuran, según la propia especificación del IMS LD son: los *roles*, las *actividades* y los *entornos* (que incluyen los *servicios* y los *recursos de aprendizaje*). Los factores que por otra parte es preciso tener en cuenta, ya fuera del modelo propuesto, son, entre otros, las interacciones, los objetivos, la dimensión afectiva<sup>244</sup>, o la propia narrativa, de modo que, observado desde una perspectiva complementaria, el escenario a desarrollar se configure como un contexto narrativo propiamente dicho, aunque ello implique el enfoque a partir de propio desarrollo de un guión de aprendizaje. No obstante, el modelo más frecuente por el que se aborda la dimensión del IMS LD incluye los objetivos y los ponen en relación con las actividades, y, en la medida de lo posible, con los objetos (virtuales y físicos).

---

<sup>243</sup> Por ejemplo, el proyecto de Gamestar(t) se constituye como una serie de sesiones, a lo largo de un periodo de tiempo, que desembocan en el desarrollo de un proyecto a largo plazo. Los objetivos son definidos por los participantes, y la naturaleza de los mismos puede diferir notablemente. En cambio, proyectos de Hackidemia, como Videogame Programming o Robotics and Mindstorms se enfocan en temáticas específicas, con unos objetivos que, si bien son de carácter dinámicos, se encuentran enfocadas en el área del aprendizaje concreto en el que se desarrolla la sesión, normalmente con el manejo de unos periodos de tiempo diferentes.

<sup>244</sup> Que, debido a limitaciones propias del estudio, no son incluidas directamente en los modelos propuestos.





Figura 73. Secuencias del vídeo de presentación del proyecto Gamestar(t). Las actividades en *Gamestar(t)*, basado en las pedagogías libres, van desde la programación de videojuegos y robots, hasta el uso del stop motion para crear películas con los elementos disponibles en los espacios interactivos. Recuperada en 2014-12-02 de <http://gamestart.arsgames.net/formacion/tecnologia-robotica-videojuegos/>

De este modo, siguiendo una estructura de referencia presentada, los componentes que configuran la configuración de un proyecto pueden ser observados bajo este esquema, ilustrado con uno de los exponentes reflejados en la tabla listada anteriormente (*Gamestar(t)*).

Tabla 8. Especificación de los objetivos, los roles, las actividades, el entorno, y los objetos, del proyecto *Gamestar(t)*, llevado a cabo por ArsGames.

<b>GAMESTAR(T)</b>	<b>ARSGAMES</b>
<b>Objetivos</b>	Desarrollo de un proyecto elaborado por el propio participante
<b>Roles</b>	Participante (Estudiante) Acompañante (Staff)
<b>Actividades</b>	Programación Juegos en grupo Videojuegos en grupo Desarrollo de objetos virtuales Asambleas de debate
<b>Entorno</b>	Medialab Prado (Espacio Físico) Espacio cerrado, amplio, dinámico, permite cambiar fácilmente de actividad.
<b>Objetos</b>	<u>Físicos</u>

## 7. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

	Juegos de cartas
	Material escolar
	Videoconsolas
	Dispositivos móviles
	Ordenadores portátiles
	Impresoras 2D y 3D
	<u>Virtuales</u>
	Entornos de desarrollo de programación
	Software (en la medida de lo posible, libre u open source)
	Videojuegos

Gamestar(t) proyecta un espacio con un elevado potencial de desarrollar actividades, tanto en el ámbito de lo virtual como de lo físico. A nivel de representación visual, partiendo de la especificación propia del IMS LD, la estructura que presenta refleja un amplio espectro de objetos y de actividades, en un entorno físico, que posibilita, por otra parte, que se pueda pasar de una actividad a otra fácilmente, ya que no se presenta ninguna barrera física entre las actividades. Ello aporta un carácter especialmente dinámico al proyecto, si bien en la especificación visual lo que se viene reflejando son, fundamentalmente los componentes asociados a los roles, el entorno, los objetos, las actividades o los objetivos<sup>245</sup>.

---

<sup>245</sup> En la representación visual de la especificación de IMS LD, la estructura ha sido simplificada con el fin de facilitar su comprensión visual por el lector.

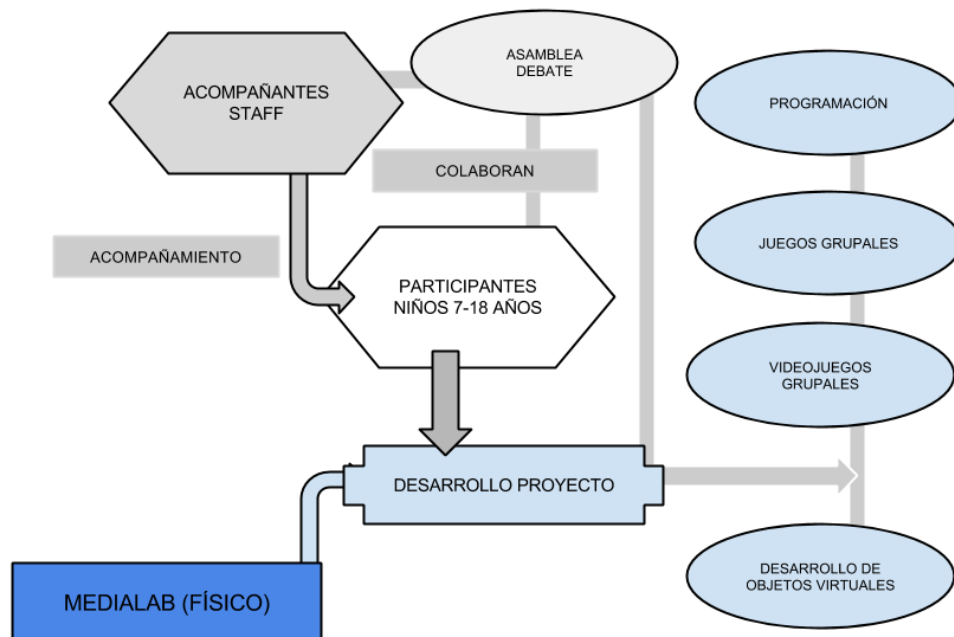


Figura 74. Estructura conceptual del proyecto Gamestar(t) de ArsGames.

El dinamismo y la perspectiva de enfoque relativo a las pedagogías libres revelan un escenario en el que la complejidad de los factores implicados proyecta un escenario inicial estructuralmente sencillo. No obstante, las propias dinámicas implícitas en el laboratorio requieren una serie de estructuración en niveles de los factores que componen un proyecto en el que los fenómenos de interacción se revelan complejos, y tal como se relata, estructurado en varios niveles. Elaboración propia.

Lo que representa la estructura del proyecto revela una configuración inicial, en un primer estrato de lectura, bastante genérico. No obstante, es preciso tener en cuenta que un proyecto de la naturaleza de Gamestar(t), fundamentado en las pedagogías libres y en el aprendizaje creativo y basado en procesos, donde el participante construye sus objetivos de aprendizaje, precisa de un análisis en distintos niveles, ya que el nivel de visualización inicial, necesario para presentar la estructura de partida del proyecto, no tiene en cuenta las posibles interacciones y procesos que se producen finalmente en dicho ámbito. Esto ocurre ya que a priori, el número de proyectos potenciales de ser desarrollados es elevado, por lo que sería preciso realizar una división en varios niveles observando las interacciones que se producen en cada contexto diferente. Por ejemplo, un caso en el que el/la participante decide programar con Python se estructura en un segundo nivel paralelo al del/la participante que quiere desarrollar productos 3D para imprimirlos con la impresora Makerbot, igual que los/las participantes que desean realizar trabajos con material plástico. En cualquiera de los



tres casos referidos (y los que pueden surgir potencialmente), el factor de que cada participante elabora su propio proyecto, abre exponencialmente el rango de posibilidades, y por lo tanto, de subniveles de estructuración para la visualización de las interacciones. Además, este mismo factor (la elección y construcción del propio proyecto) contribuye a que cada una de las trayectorias observadas en diferentes ámbitos espaciales o temporales, incluso en un/a mismo/a participante, de lugar a otro nuevo nivel de observación (ya, incluso, entrando en una perspectiva micro) en el que se muestre, de nuevo, un amplio rango de posibilidades en lo referente a la creación y la experimentación<sup>246</sup>.

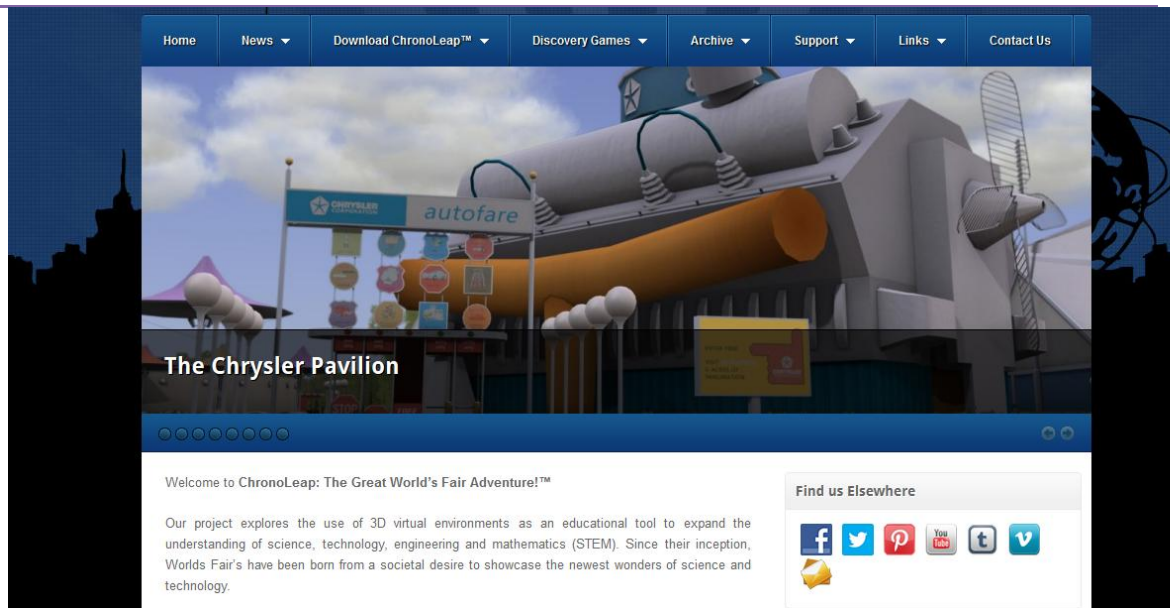


Figura 75. Visualización de la experiencia Inmersiva 3D *Interconnections: Revisiting the Future*, desarrollada por SReal, y que permite una visita virtual de los pabellones de la Feria Mundial de Nueva York 1964/1965.

Recuperada en 2014-08-05 de <http://srealserver.eecs.ucf.edu/chronoleap/>

La configuración visual de los proyectos que conforman los laboratorios que son abordados, a nivel analítico y mediante una aproximación teórica, en el presente estudio, revelan un carácter heterogéneo en la propia estructura, mismamente si es posible observar algunos patrones genéricos y denominadores comunes, que se encuentran enmarcados dentro del espectro del continuo de la virtualidad, por una

<sup>246</sup> A modo de ejemplo ilustrativo: El hecho de que dos participantes pretendan realizar un proyecto que parta de la experimentación en la programación en Python, amplía de manera considerable el campo de posibilidades sobre lo que puede ser realizado con esa tecnología, debido, precisamente, al factor de que los objetivos, como punto de partida son diferentes en la construcción de cada participante. Este rasgo específico de la dinámica del proyecto hace que los niveles de observación para la configuración visual del proceso se multipliquen, lo que por otra parte, abre sobremanera el campo de exploraciones creativas y conceptualización de proyectos potenciales. Es por ello que este proyecto específico se aborda, también, mediante otras aproximaciones, tales como el DBR.

parte, y que incorporan una dimensión creativa, reflexiva y exploratoria en nuevos niveles de interacción con el contenido y de configuración de los proyectos.

Las dinámicas de trabajo colaborativo pueden ser observadas en proyectos de índole creativa, con una fuerte incorporación de la componente tecnológica, y destinados a una serie de participantes que adquieren un perfil concreto, siendo no obstante, la representación visual de sus procesos un factor que favorece la reflexión en lo relevante a los mecanismos y estrategias de extrapolación a otros ámbitos. De este modo, la configuración de la estructura que plantean las bases de las especificaciones abordadas en el presente estudio categorizan el proceso, de igual manera, en *objetivos, roles, actividades, entorno y objetos*<sup>247</sup>.

Tabla 9. Especificación de objetivos, roles, actividades, entorno y objetos del workshop Video-game programming de Hackidemia.

<b>VIDEO-GAME PROGRAMMING</b>	<b>HACKIDEMIA</b>
<b>Objetivos</b>	Iniciación a la programación Descubrimiento de las nociones de computación
<b>Roles</b>	Profesor (Especialista en el área tecnológica) Participante (Estudiante) Participante (Padre)
<b>Actividades</b>	Crear proyecto con Scratch Revisar procesos de diseño Explorar interfaz Crear personajes Crear mashups (remezclas)
<b>Entorno</b>	Workshop/Taller.
<b>Objetos</b>	<u>Físicos</u> Papel Dispositivos móviles Ordenadores portátiles <u>Virtuales</u> Entornos de desarrollo de programación (Scratch) Recursos gráficos virtuales

La estructura visual del proyecto difiere en los proyectos relativos a Gamestar(t), de los de Hackidemia (como es el caso específico de *Video-Game Programming*), si bien el punto de partida y el enfoque, y muchos de los postulados conceptuales, los objetivos, y los procesos en el ámbito técnico e interactivo encuentran numerosas coincidencias.

<sup>247</sup> Siendo simplificados para un primer nivel, tal como se viene refiriendo.

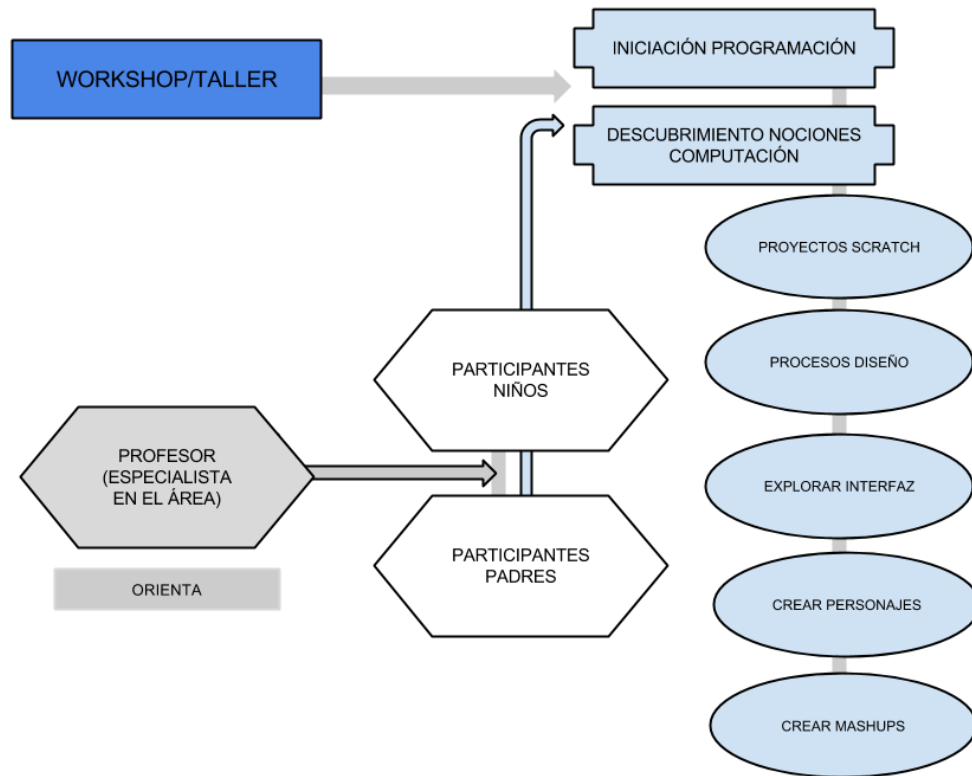


Figura 76. Estructura conceptual del proyecto Videoo-Game Programming de Hackidemia.

No obstante, una de las diferencias fundamentales es que Gamestar(t) plantea objetivos generales que pasa por la elaboración del propio proyecto y una reflexión crítica en torno a la proyección del mismo. Por otra parte, tal como se observa en la estructura, los proyectos de Hackidemia plantean objetivos y mecánicas específicas, orientados a cada espacio concreto, y dentro del marco de aprendizaje de una tecnología y unos procesos específicos, si bien presentan, por otra parte, un dinamismo relevante. Los roles, además, tal y como se viene observando, difieren ligeramente, y el abordaje del proyecto también presenta fenómenos de interacción que varían en función de los objetivos. Las actividades desarrolladas se enmarcan dentro de los propios objetivos predeterminados (aunque flexibles) de cada proyecto.

A partir del uso de tales modelos, lo que se pretende es ampliar el uso de tales estructuras de visualización (que pasan por un abordaje y reflexión al UML, incorporando factores, a su vez, de las especificación del IMS LD) a entornos y proyectos que no se constituyen específicamente como espacios de aprendizaje (donde vienen siendo aplicados estos lenguajes y especificaciones, en su origen) (Jeffery y Currier, 2005). De hecho, parte del proceso de estudio implica extrapolar la visualización de dinámicas de comportamiento y estructuración a los entornos donde sean desarrollados proyectos de carácter experimental y que presenten una índole creativa, mediados por tecnologías enmarcadas a lo largo de todo el continuo de la

virtualidad. Esta extrapolación incluye ámbitos como los laboratorios de experimentación multimedia (en los centros particularmente universitarios), y los medialabs, que se encuentran, normalmente, en otros ámbitos paralelos al universitario, como son el institucional o incluso el de carácter auto-gestionado, y donde los objetivos, las aplicaciones y los modelos de participación, difieren ligeramente, aunque ambos modelos (universitario y medialab) sean viables, y lo que se persiga desde el presente estudio sea un fenómeno de convergencia.

Por ello, los proyectos de carácter emergente, enmarcados dentro del ámbito de los laboratorios o medialabs, presentan rasgos relevantes a la hora de configurar su estructura mediante herramientas visuales, extrapolando los rasgos propios de modelos de especificación como el IMS LD, por lo que se precisa, al final, tener en cuenta una estructura análoga.

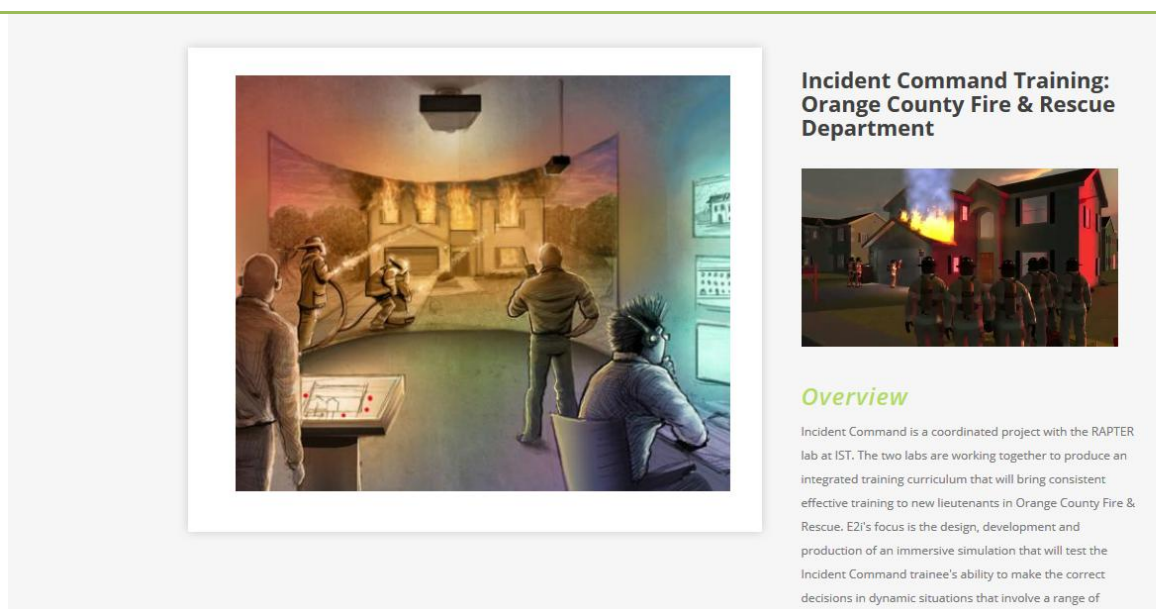


Figura 77. Visualización del Proyecto Incident Command Training: *Orange County Fire & Rescue Department*, de E2i Creative Studio.

Recuperado en 2014-12-10 de <http://e2i.ist.ucf.edu/project/79>

Este factor, relativo a la extrapolación de los modelos aplicados al ámbito educativo se hace especialmente relevante con los proyectos de investigación básica llevados a cabo en los laboratorios y medialabs, que implican la incorporación de nuevos perfiles (roles) y nuevas dinámicas de interacción (más difíciles de observar, a priori, sin un proceso inmersivo en el contexto). Las actividades, además, son descritas en un primer nivel de manera genérica, con lo que se encuentran ligadas intrínsecamente a los objetivos en cada área de actuación.

Tabla 10. Especificación de los objetivos, roles, actividades, entorno y objetos del proyecto Mixed and Augmented Reality: Basic Research de SREAL.

MIXED AND AUGMENTED REALITY BASIC RESEARCH	SREAL- SYNTHETIC REALITY LABS
<b>Objetivos</b>	Investigar en realidad mixta y aumentada para aplicaciones en las siguientes áreas: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Patrimonio digital</li> <li>• Entrenamiento</li> <li>• Rehabilitación</li> <li>• Educación STEM</li> </ul>
<b>Roles</b>	Investigadores Expertos en Computación Desarrolladores Diseñadores
<b>Actividades</b>	Investigar en aplicaciones para el patrimonio digital. Investigar en aplicaciones de realidad virtual para la mejora de las experiencias STEM Aplicar realidad aumentada al aprendizaje de conceptos de física a través de las interacciones corporales. Aplicar la realidad aumentada a la divulgación de las ciencias naturales en espacios tales como museos. Aplicación de la realidad aumentada para realizar proyecciones virtuales simuladas en objetos antropomórficos (robots, maniqués) Explorar en las interacciones humano-robot y físico-virtual para desarrollar sistemas de entrenamiento y práctica, educación, y rehabilitación
<b>Entorno</b>	Laboratorio de investigación multimedia en AR y VR Museos Centros de investigación científica
<b>Objetos</b>	<u>Físicos</u> Dispositivos móviles Ordenadores portátiles Dispositivos de realidad virtual Robots Maniqués <u>Virtuales</u> Entornos virtuales tridimensionales Herramientas de desarrollo de aplicaciones de VR Herramientas de desarrollo de

## aplicaciones de AR

Por otro lado, el entono, si bien se circunscribe, a priori, dentro del espacio de experimentación propio del laboratorio, las aplicaciones de los proyectos realizados son potencialmente extrapolables a otros entornos (museos o instituciones de divulgación científica, entre otros), que constituyen, de algún modo, el campo de pruebas de las propias aplicaciones desarrollados por los laboratorios, por una parte, y por otra, se configuran como el destinatario último de tales aplicaciones (siendo, por tanto, necesario abordar la cuestión de la experiencia del usuario).

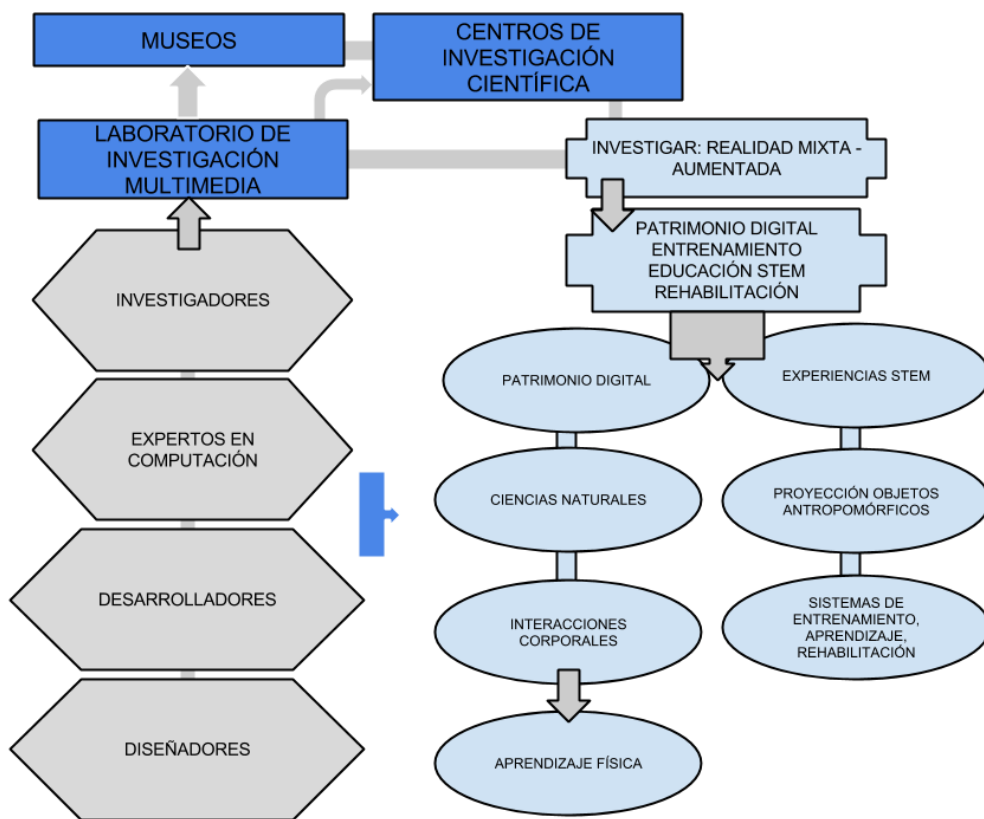


Figura 78. Estructura Modular del proyecto Mixed and Augmented Reality, Basic Research, del laboratorio SREAL.

Elaboración propia.

Los roles adquieren, además, una dimensión que incorpora múltiples perfiles, dentro de un contexto STEAM, proyectando la inclusión potencial de perfiles que no aparecen reflejados de manera directa, como pueden ser expertos en el área cognitiva e incluso perfiles procedentes de las humanidades, que pueden ser perfectamente integrados en equipos interdisciplinarios de naturaleza STEAM. La estructura de roles que se ve reflejada en el proyecto *Mixed and Augmented Reality, Basic Research*, si bien encuentra varias constantes en proyectos de la misma naturaleza, presenta un carácter

marcadamente flexible en este ámbito, permitiendo, precisamente, la configuración de modelos al observar lagunas y brechas en el diseño de proyectos, en lo que respecta a proyectos llevados a cabo en entornos de tipo laboratorios. Por otra parte, las actividades localizadas se enmarcan dentro de la propia investigación en entornos y tecnologías englobadas dentro del ámbito del continuo de la virtualidad, que dan como resultado el planteamiento de actividades específicas, ligadas intrínsecamente a los objetivos de investigación o de transferencia de conocimiento (a partir de la aplicación de los proyectos). Estas actividades son precisamente el factor que varía en un proyecto en el que los objetivos de aplicación cambian, mismo si el organigrama estructural, los ámbitos de estudio, o los propios roles no varían. A modo de ejemplo, este tipo de estructura permite sustituir las actividades y los objetivos sin por ello tener que modificar la estructura, pudiendo ser diseñado, a partir de esta misma estructura, otro proyecto (de carácter análogo, no obstante), que implique el mismo tipo de mecánicas y procedimientos de investigación, la misma área de estudio (el continuo de la virtualidad y su proyección) pero con aplicaciones pragmáticas que difieren sustancialmente.

Los entornos virtuales interactivos poseen a su vez rasgos que determinan la naturaleza de los sujetos que van a interactuar con el mismo, y de los objetos que van a formar parte del conjunto de elementos manipulables que componen el proyecto. Este es el caso de proyectos como Lunar Quest, que, a modo de exponente, sirven precisamente para ilustrar la categorización de roles, objetivos, actividades u objetos en un entorno completamente virtual<sup>248</sup>, desarrollado por laboratorio, y en el que se observan, por un lado, las ventajas de un entorno virtual (potencial ubicuo, simulación en entornos seguros, generación de interés en cierto tipo de usuario), y por otra las desventajas de que el entorno se encuentra prediseñado (limitación narrativa, limitaciones en el diseño o en la CPU o limitaciones tecnológicas, por ejemplo, en el renderizado o en la conexión de red).

---

<sup>248</sup> De hecho, el diseño de la estructura visual puede, en este caso, ser abordado desde varias dimensiones, que no obstante se encuentran interrelacionadas. Una es la dimensión relativa al propio diseño del proyecto (el universo virtual), y otra es el sustrato conceptual de los componentes que definen un entorno (en una manera análoga en que se configura la estructura de un proyecto de aprendizaje con IMS LD, por poner un referente). Ambas dimensiones, si bien los niveles de la estructura varían (ya que la comunicación visual de los procesos varía según el destinatario), poseen una configuración análoga, debido a que el sustrato de los componentes, como el entorno, las actividades, los roles, y los objetivos, es sustancialmente el mismo, variando el enfoque.



Tabla 11. Especificación de los objetivos, roles, actividades y entorno del proyecto Lunar Quest de Retro Labs.

<b>LUNAR QUEST</b>	<b>RETRO LABS</b>
<b>Objetivos</b>	<p>Aprender a gestionar recursos limitados en un entorno virtual seguro.</p> <p>Ampliar el conocimiento en conceptos relativos a la física y otras ciencias.</p>
<b>Roles</b>	Jugador (Avatar)
<b>Actividades</b>	<p>Establecerse una civilización simulada en una recreación de la luna.</p> <p>Realizar una gestión desde el punto de vista ecológico y económico de los recursos disponibles.</p> <p>Desarrollar habilidades específicas mediante el uso de avatares.</p>
<b>Entorno</b>	Plataforma virtual tridimensional inmersiva.
<b>Objetos</b>	<p><u>Virtuales</u></p> <p>Minijuegos 2D</p> <p>Recursos virtuales (ecológicos)</p>

De este modo, el rol fundamental en el entorno virtual (observado desde la dimensión de los componentes del escenario final, y no del diseño) es el del usuario/jugador, pudiéndose configurar otro nivel relativo a los subgéneros que adquiere el propio rol principal (explorador, constructor, etc.). Debido a que estos roles se encuentran específicamente ligados a las actividades que lleva a cabo el usuario en el entorno virtual (y que varían en función de la actividad que pretenda desempeñar en cada momento), y que los objetivos son de carácter genérico (aprendizaje en la gestión de recursos limitados y adquisición de conocimientos en las disciplinas científicas), el usuario/jugador (encarnado en un avatar en el entorno virtual) va a incorporar a su listado de tareas todo el rango de actividades que sean precisas para llevar a cabo la consecución de objetivos específicos, de modo que la asignación de roles, más allá del genérico (jugador), se vuelve imprecisa.



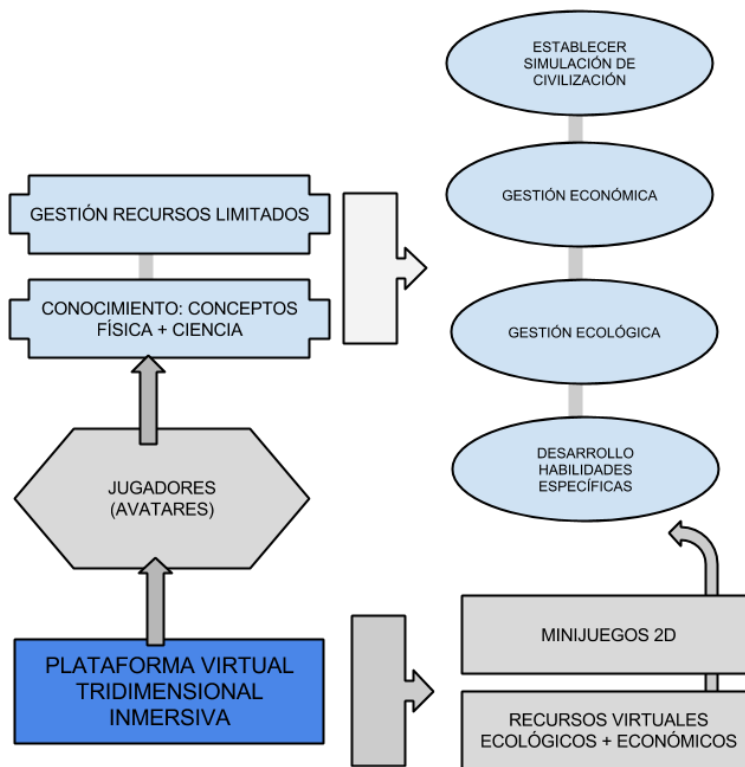


Figura 79. Estructura modular conceptual del proyecto Lunar Quest, de Retro Lab.

Elaboración propia.

En un intento aproximativo de establecer una serie de categorías, en función de los rasgos revelados, de los proyectos que vienen siendo descritos en el presente apartado (que se enmarcan dentro de los rangos de actividades de los laboratorios o medialabs), una observación de los fenómenos con conforman los proyectos, y cómo, en parte, son comunicados y divulgados, permite el establecimiento de estructuras conceptuales que ayudan a establecer, de cara a proyectos de investigación futuros, una tipología sobre fenómenos emergentes revelados a partir del continuo de la virtualidad.

Dentro de los proyectos enmarcados en los ámbitos de investigación y desarrollo de los laboratorios y medialabs se observan también proyecto de investigación que utilizan las propias herramientas virtuales para analizar los procedimientos en cómo los usuarios construyen identidades y se expresan en los entornos virtuales. Estas dinámicas de elaboración de constructos virtuales por parte del usuario se constituyen también como modelos referenciales para la observación de dinámicas, eventos y procesos en el contexto del entorno virtual, sin dejar de lado las implicaciones del espacio físico en el ámbito de la virtualidad.

Así, la comprensión de la propia estructura de un mecanismo, en un entorno virtual, realizada por el diseñador, es una herramienta de gran importancia para conocer las

dinámicas de los procesos que se desarrollan en el propio espacio virtual, y por extensión, en el propio continuo de la virtualidad.

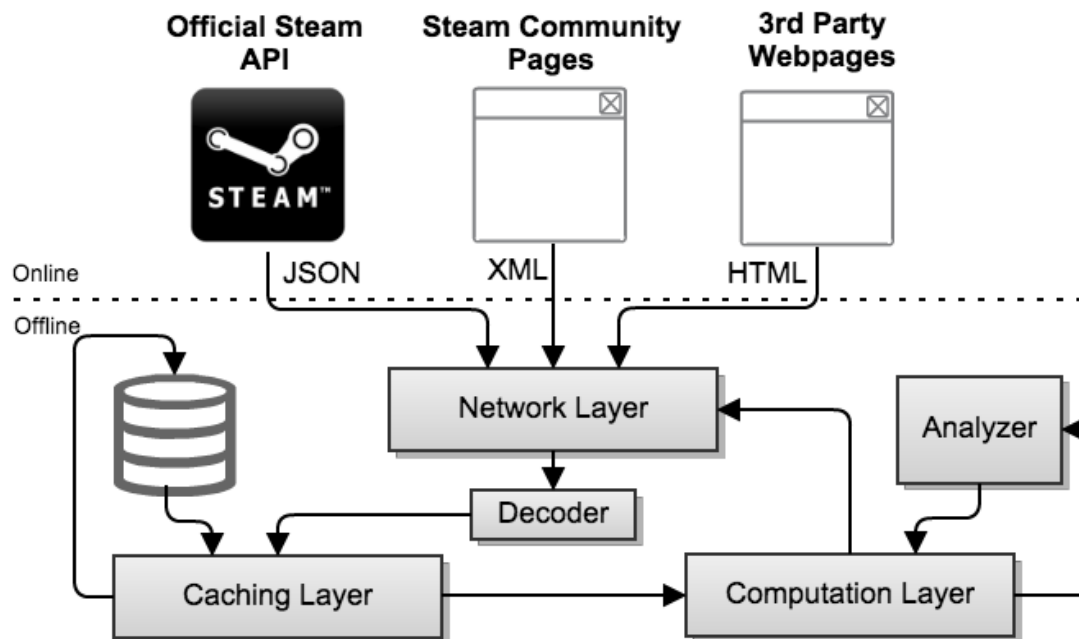


Figura 80. Funcionamiento del sistema AIR (Advanced Identity Representation) Project, desarrollado por el ICE Lab del Massachusetts Institute of Technology.

AIR es un proyecto de investigación que aborda la forma en cómo la gente construye mecanismos de expresión en entornos virtuales, así como en sistemas computacionales interconectados (como redes sociales o juegos digitales interactivos).

Recuperado en 2015-01-18 de

(<http://groups.csail.mit.edu/icelab/content/steam-player-preference-analyzer-and-air-status-performance-classifier>)

El desarrollo de estructuras referentes al estudio, uso de la información y tratamiento de datos, se conforma a este respecto como una parte de los ámbitos de actuación de los laboratorios y medialabs. El análisis de formas de representación en el espacio digital, es objeto de estudio por parte de proyectos que abordan la construcción de la identidad y la proyección de los fenómenos culturales del espacio físico en el espacio virtual, transgrediendo las fronteras entre los diferentes ámbitos del conocimiento. En relación a eso, la construcción de fenómenos culturales en el espacio digital implica el abordaje de procesos relativos a los modos de interacción entre humanos o con la computadora, el conocimiento de los fenómenos que componen el espacio físico para optimizar las mecánicas que dan lugar a un proceso de simulación, o la incorporación de teorías relativas a la comunicación para comprender la propia construcción y las propias estructuras de los entornos virtuales, más allá del desarrollo de esquemas técnicos. El avance en la elaboración de sistemas y categorización de elementos, que se encuentren enmarcados a lo largo del espacio que conforma el continuo de la virtualidad, proyecto

por lo tanto la necesidad de incorporar el conocimiento relativo a los factores sociológicos, cognitivos o ergonómicos, pero también, por otro lado, se vienen planteando la proyección de modelos matemáticos y de sistemas generativos dinámicos<sup>249</sup>.

Tabla 12. Especificación de los objetivos, roles, actividades, entorno y objetos del proyecto Advanced Identity Representation del ICE Lab del MIT.

<b>ADVANCED IDENTITY REPRESENTATION. AIR PROJECT</b>	<b>IMAGINATION, COMPUTATION AND EXPRESSION LAB. MIT</b>
<b>Objetivos</b>	<p>Descubrir soluciones para videojuegos (desarrollados con Puzzlescript) desde modelos de evaluación automática.</p> <p>Mostrar cómo una aproximación evolutiva puede ser usada para diseñar mecánicas de juego.</p> <p>Incorporar una evaluación automatizada de los componentes de un videojuego: mecánicas, reglas, diseño de niveles, o condiciones de resolución.</p>
<b>Roles</b>	<p>Desarrolladores (Staff)</p> <p>Investigadores (Staff)</p> <p>Usuarios finales</p>
<b>Actividades</b>	<p>Desarrollo de heurísticas para reglas</p> <p>Desarrollo de metodologías genéricas para la evaluación de videojuegos.</p>
<b>Entorno</b>	Plataforma virtual
<b>Objetos</b>	<p><u>Virtuales</u></p> <p>Repositorio GitHub</p> <p>Motores de puzzle HTML5 open-source (Puzzlescript)</p> <p>Extensiones de inteligencia artificial</p>

El diseño de entornos virtuales, que presentan una aproximación para la evaluación y generación de videojuegos, si bien contienen una parte que se fundamenta en modelos matemáticos, la estructura puede ser definida en función a los mismos agentes que componen otros tipos de proyecto, como un entorno virtual para la adquisición de competencias o para la comunicación, una unidad de aprendizaje, un workshop experimental e incluso un proyecto de investigación que implique varios agentes y varias dimensiones. No obstante, la extrapolación de especificaciones y lenguajes de modelado, y la adaptación a procesos de carácter dinámico (y que no constituyen el tipo de escenario para el cual fue originariamente diseñado), definiendo los roles, las actividades, los objetos, el entorno y los objetivos, supone un campo de análisis

<sup>249</sup> Recordemos la generación procedimental de videojuegos (o de otros organismos digitales) y los algoritmos on-the-fly.

emergente, que permite establecer una estructura de los procesos (y no sólo de la arquitectura de los proyectos en sí).

De este modo, la imagen que presenta una plataforma virtual, desarrollada dentro del contexto experimental de un laboratorio, y cuyo enfoque se centra en el uso de modelos matemáticos y computacionales para la generación de videojuegos, hace que la identificación de los elementos que la componen sea extrapolable, por una parte, al ámbito del desarrollo (incorporando los roles potenciales que intervienen en la concepción del producto), y por otra, a la proyección sobre el usuario final de dicho producto, permitiendo reproducir un ciclo en el que se establezcan, por una parte, los objetivos (aproximación evolutiva a las mecánicas de juego, evaluación automatizada de los componentes del juego, etc.) para posteriormente establecer las actividades que deriven directamente de los objetivos.

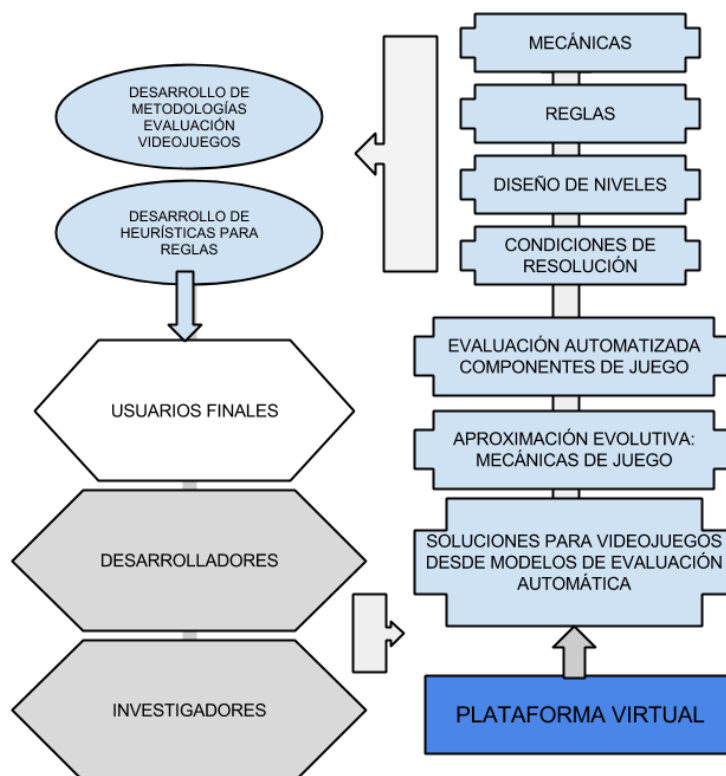


Figura 81. Estructura conceptual del proyecto AIR Project (Advanced Identity Representation) del Imagination, Computation and Expression Lab del MIT.

Elaboración propia.

La extrapolación de modelos y especificaciones que originariamente vienen siendo concebidos para el desarrollo de escenarios de aprendizaje, basados, por ejemplo, en la metáfora del teatro, e incorporando una narrativa que permite estructurar los elementos que la conforman, se configura, a este respecto, un campo de investigación

que proyecta una aproximación a las dinámicas surgidas en proyectos asociados al continuo de la virtualidad (y que parte, fundamentalmente, de las dinámicas de trabajo de los laboratorios los medialabs). Por ello, el uso de especificaciones tales como el IMS LD, de lenguajes como el UML, mapas mentales, arquitecturas visuales de sistemas, visualización de datos, proyectan un incremento del dinamismo a la hora de diseñar procesos de interacción, experiencias de usuario, sistemas virtuales dinámicos, actividades en entornos específicos o estructuras de proyectos.

El diseño y la proyección visual, relativa a la estructura de los procesos, la índole categórica de los proyectos, las dinámicas de interacción, la adjudicación de los roles, los objetivos, e incluso, el abordaje de la dimensión narrativa, plantean, a este respecto, un estudio de los diferentes niveles de categorización de los elementos, donde también se plantea la incorporación de actos, en el caso de que el proceso lo requiera, como es, por ejemplo, en el diseño de estructuras de aprendizaje o narrativas de realidad virtual y videojuegos. No obstante, la tentativa de aproximación a procesos de interacción dinámicos, y cada vez más complejos, a través de metáforas como la del teatro, de lenguajes de modelado, o del uso de narrativas para la descripción de componentes y fenómenos, implica dar una serie de pasos adelante en la mejora diseño de estructuras, especificaciones, lenguajes, y sistemas de representación, e incorporar nuevas aproximaciones relativas a la obtención de información y recopilación de datos, tanto desde el punto de vista cuantitativo como cualitativo, abordando, finalmente, los procesos desde una perspectiva macro e incorporando marcos analíticos que engloben múltiples perspectivas y enfoques, como la triangulación metodológica.

## 7.4. Análisis de Procesos y DBR. Contexto de análisis a partir de la intervención en el entorno

La intervención en el ámbito de estudio que forma parte del presente trabajo de investigación implica, desde la perspectiva abordada en el presente estudio, la aproximación a los fenómenos que conforman el contexto analizado, través de metodologías de investigación que parten de la propia inmersión de los sujetos investigadores en el propio contexto analizado. Las aproximaciones a los fenómenos estudiados, en ámbitos específicos como los de las ciencias de la comunicación, de la información, sociales o educativas, incorporan modelos de análisis que permiten incorporar procesos caracterizados por estrategias y procedimientos emergentes de interacción con el entorno, fortaleciendo, a su vez, el carácter participativo en el ámbito de los proyectos llevados a cabo en entornos que pueden ser categorizados como laboratorios o medialabs.

Tal como se describe en el capítulo que enumera las estrategias, derivadas a partir del conjunto de metodologías usadas en el presente trabajo de investigación, el DBR se constituye como una de las principales estrategias de adquisición de información en referencia a los fenómenos analizados, permitiendo establecer nuevos puntos de apoyo para el establecimiento de perspectivas analíticas y de estudio de los entornos en los cuales tiene una elevada incidencia la incorporación de tecnologías enmarcadas en los diferentes rangos del continuo de la virtualidad. De este modo, se plantea una serie de aproximaciones en relación a cómo las tecnologías estudiadas en la secuencia anterior, que comprenden entornos de desarrollo de programación, motores de juegos 2D y 3D, dispositivos de hardware (incidiendo de nuevo en la perspectiva constructivista que aporta el hardware libre) y SDK, se integran de manera inherente en los procesos estudiados en este ámbito, incorporando además fenómenos como la simulación o la interacción con la propia información.

Respecto a la aproximación al conglomerado de estrategias de análisis que conforman el DBR, Barab y Squire (2004) describen el fenómeno transversal que caracteriza la posibilidad de aproximaciones múltiples al ámbito de las ciencias de la educación, pero también, a su vez, en las ciencias de la información y la comunicación, en un marco de convergencia que incorpora componentes propios de las diversas disciplinas STEAM. Este proceso de inmersión en el contexto estudiado propio del DBR permite observar los procesos de desarrollo de proyectos teniendo en cuenta un número relevante de factores, lo que contribuye a destacar la propia idiosincrasia dinámica de los entornos y los sistemas interactivos. Este enfoque encuentra sus paralelismos con el planteamiento de que la cognición no se constituye como un elemento localizado en torno al individuo, sino que se comporta como un proceso que se distribuye a lo largo del sujeto que adquiere el conocimiento, el entorno en que dicho conocimiento ocurre, y el conjunto de actividades en las que el sujeto participa (Barab y Squire, 2004, p. 1).

A este respecto, las líneas de investigación en estas áreas también se encuentran en un proceso, desde los primeros planteamientos que postulan el DBR como metodología, en el que a partir de la información recopilada, de manera directa, en los ámbitos que se analizan en el presente proyecto de investigación, de incorporación de perspectivas que provienen de diferentes ámbitos del conocimiento y desde diferentes planteamientos en torno a la relación e interacción con el entorno, inclusive la propia relación que adquiere el sujeto con el proyecto en sí, que constituye en no pocas ocasiones un proceso evolutivo. Tales líneas de investigación mencionadas, se encuentran, por otra parte, inmersas en el desarrollo de aproximaciones teóricas que intervienen en el propio proceso, en la manera en el desarrollo de la teoría se encuentra enmarcada dentro de un proceso de retroalimentación con la propia práctica. La teoría, se encuentra, de este modo, inmersa en un proceso de evolución constante debido a que el propio entorno donde se desarrollan las actividades evoluciona con el paso del tiempo, ya que los elementos enmarcados dentro del continuo de la virtualidad, debido a su propio carácter tecnológico, se encuentran sometidos de manera permanente a mejoras y sujetos a la incorporación de innovaciones. A su vez, la teoría también interviene como fenómeno para la reflexión en torno a la mejora y optimización de los propios procedimientos procedentes del ámbito de la práctica, a partir de los cuales se pueden desarrollar planteamientos emergentes y perspectivas innovadoras para la interacción con el entorno y la intervención en el desarrollo y proyección del rango de actividades que conforman el contexto analizado.

Los fenómenos transversales que son recopilados en este ámbito poseen, desde esta perspectiva fundamentada en el DBR, una índole de carácter heterogéneo, lo que implica el planteamiento de la incorporación de una serie de componentes que previamente han sido analizados mediante la implicación de los agentes investigadores en el entorno analizado, incluyendo la intervención a través de la incorporación de factores tecnológicos y procesuales de carácter innovador. De este modo, durante el transcurso de las diferentes fases de observación participativa y el planteamiento de intervenciones con metodologías emergentes de interacción con el entorno, mediadas comúnmente con dispositivos y herramientas tecnológicas, han sido observados conceptos y componentes descritos previamente en el marco teórico del presente estudio. Entre los fenómenos observados descritos en el marco teórico del presente estudio se encuentran el *learning-by-doing*, el aprendizaje basado en proyectos, el DIY, la tecnología creativa, los reencuadres cognitivos, el uso de sistemas orientados a objetos para desarrollar proyectos fundamentados en la programación, y el uso de entornos enmarcados dentro del continuo de la virtualidad, tales como los mundos virtuales, incluyendo aquellos que se denominan de tipo *mundo abierto*.

## 7.5. Descripción de procesos a partir de la participación activa.

El entorno fundamentalmente analizado, a partir del conjunto de aproximaciones que conforman el DBR se compone de una serie de proyectos llevados a cabo en el tiempo en forma de talleres de índole interactiva y participativa. De este modo, el proceso de investigación fundamentado en tal conjunto de aproximaciones metodológicas, a través del conjunto de perspectivas que permiten abordarlo, plantea el análisis y la observación de los factores ecológicos que conforman el ambiente o entorno objeto de estudio. El DBR ofrece en este ámbito, tal como se viene describiendo, los mecanismos que permiten observar, a partir de tal conjunto de aproximaciones metodológicas, un fenómeno de convergencia de factores, fenómeno que aporta un conjunto de perspectivas que dan lugar a un contexto de análisis del entorno con los acontecimientos que se desarrollan en el mismo, los sujetos que participan de las actividades, y los elementos físicos y virtuales que se contienen, por un lado, las herramientas y dispositivos tecnológicos, y por otro, los objetos susceptibles de sufrir manipulaciones (citando, por ejemplo, los denominados *digital manipulatives*).

El proyecto Gamestar(t), enmarcado dentro del laboratorio de investigación interdisciplinar ArsGames, lleva funcionando desde hace más de un lustro incorporando la filosofía del DIY, el *open source* y el software libre para el desarrollo de proyectos inscritos en el ámbito de las pedagogías libres. En el caso concreto del presente estudio, el proyecto donde la observación directa de los factores ecológicos es abordado es el que se lleva a cabo en la sede de Gamestar(t) Madrid, cuyas sesiones tienen lugar en el Medialab Prado una vez por semana, en el momento de ser realizado el presente estudio.

Durante las sesiones de Gamestar(t) se propone un espacio de reflexión en el que los participantes deciden en torno al proyecto que pretenden llevar a cabo, y que incluye, dentro de los procesos, un determinado grado de implantación de tecnologías relativas al continuo de la virtualidad. Esto incluye, tal como se describe a continuación, elementos que van desde los lenguajes de programación hasta el software para el desarrollo de entornos virtuales interactivos, lo que incluye motores de juegos. También desataca, de un modo especialmente pronunciado, el uso de componentes de hardware libre, de manera que se integran, de forma natural, en una parte relevante de los proyectos. Otros elementos son que han sido incorporados a los talleres son: videojuegos o juegos de mesa, así como material escolar y de manualidades.

El proceso viene acompañado, a su vez, de una división del espacio, encontrándose destinado, cada fracción del mismo, a actividades específicas, si bien es observable un elevado rango de dinamismo en las actividades. Los participantes contribuyen de una forma activa, de este modo, al desarrollo de los proyectos que van a ser llevados a cabo en tal espacio, el cual plantea una amplia gama de posibilidades en lo relativo a



este ámbito, implicando a su vez un proceso de reflexión en torno al uso de herramientas disponibles. Los participantes, en este caso concreto analizado, son una veintena de niños de edades comprendidas entre los 7 y los 18 años, procedentes de realidades socioeconómicas heterogéneas. También adquiere la importancia la figura del *acompañante*, cuya tarea fundamental se encuentra en la transmisión al participante la relevancia de reflexionar en torno a la construcción de su propio proyecto, lo cual implica, en este aspecto, de la parte del propio participante, un ejercicio de desarrollo de las propias inquietudes, por una parte, y competencias propias, por otra, incorporando la noción de *comunidad reflexiva* referida en el marco teórico del presente trabajo de investigación.

El proyecto se centra en el ámbito del aprendizaje situado, fundamentando sus principios filosóficos en el contexto de las pedagogías libres. El espacio conceptual, en el Gametart(t) que desarrolla el conjuntos de sus actividades, es el del ámbito de la educación e investigación en contextos de carácter informal, aunque se observa, como un fenómeno relativamente reciente, la tendencia de un interés in crescendo por parte de numerosos profesionales del ámbito de la educación denominada formal, por implantar este tipo de prácticas en los espacios educativos donde desarrollan sus actividades, como universidades, colegios, o institutos de educación secundaria.

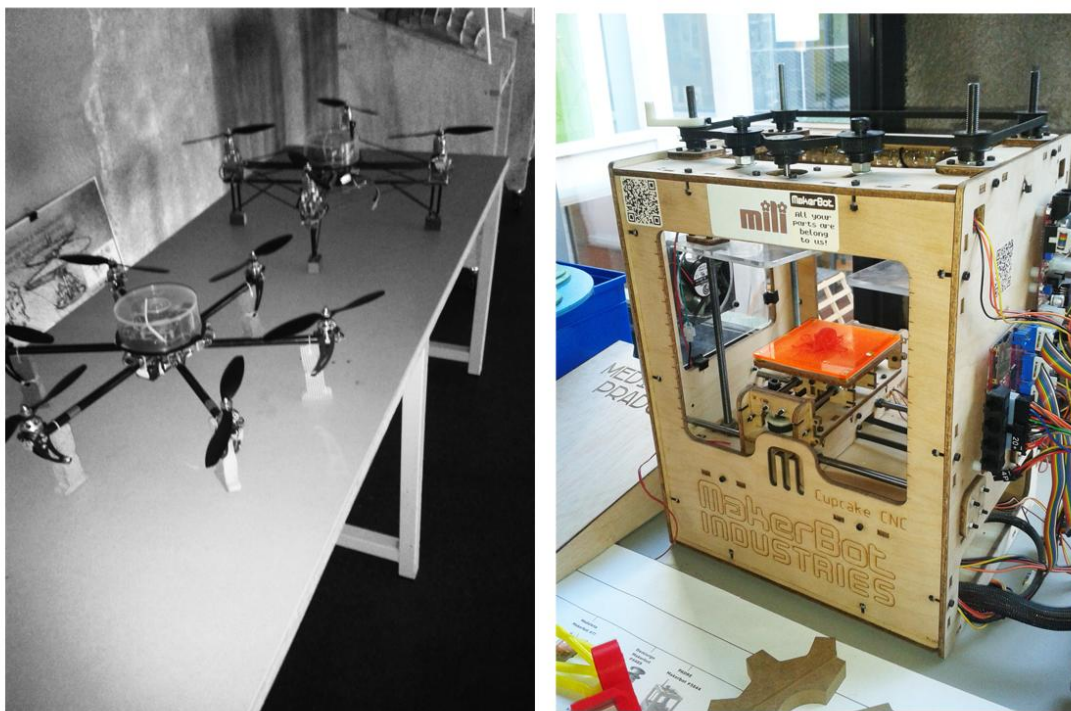


Figura 82. Documentación fotográfica de las sesiones analizadas a través de la metodología de DBR, dentro de las sesiones de Gametart(t), llevadas a cabo en el Medialab Prado de Madrid.

Entre los componentes documentados que conforman los objetos potencialmente utilizables, se encuentran drones desarrollados mediante procesos DIY y DIWO, e impresoras 3D para la impresión de componentes digitales desarrollados previamente

en el ámbito de los proyectos propuestos previamente.

Los participantes son, a su vez, divididos en tres grupos, cuyo proceso de orientación es llevado a cabo por un número que oscila entre los tres y los cinco acompañantes (normalmente cuatro). Estos grupos de participantes se dividen en función a sus intereses y necesidades para el desarrollo de proyectos, de manera que se profundiza en la noción de comunidad reflexiva que viene siendo expuesta en el presente trabajo de investigación. Dos de los principales objetivos de tal división grupal son, por una parte, el fortalecimiento del carácter colaborativo del proyecto, y por otra, de encontrar, a través de tales mecanismos de colaboración, espacios en los que las habilidades y competencias de unos participantes puedan ser transferidas o complementadas en relación a los otros, de manera que se produce un proceso de aprendizaje a través del intercambio de competencias, ideas para proyectos, y proyectos comunes. La formación de grupos se lleva a cabo de una forma natural, de manera que son los propios participantes los que tienen la responsabilidad en la conformación de los mismos.

Los componentes que conforman el conjunto de objetos para su uso potencial, que han sido observados durante los procesos de estudio inmersivo a través del conjunto de metodologías que parten del DBR, son los siguientes:

- Laptops: Un número suficiente para garantizar las necesidades de desarrollo de proyectos de los participantes.
- Impresoras 3D de modelo Makerbot y tipo RepRap: Varios de los proyectos de los participantes incluyen el diseño de objetos 3D en entornos de software que después van a ser impresos en impresoras 3D, las cuales utilizan métodos aditivos.
- Componentes para el desarrollo de proyectos con electrónica: MakeyMakey, Raspberry Pi, Hummingbrd, Arduinos.
- Videojuegos: Durante las sesiones es posible encontrar un número heterogéneo de videojuegos de una amplia gama de géneros y sobre una amplia gama de soportes. Los soportes y videoconsolas utilizadas van desde modelos de mediados de los años 90 hasta modelos actuales.
- Pantallas LED de gran tamaño para visualizar material multimedia o trabajar con entornos virtuales de tipo *open worlds*.
- Juegos de Mesa: Al igual que en el caso de los videojuegos, es posible encontrar una amplia gama de juegos de mesa, que incluyen juegos de rol, cartas, fichas o tablero. Este tipo de juego, además, contribuye a fortalecer el carácter de interacción grupal.
- Material de manualidades y escolar: Entre estos es posible encontrar el material categorizado como más clásico, entre los cuales se encuentran los lápices y rotuladores de colores, las tijeras, los distintos soportes para escribir y dibujar como folios y cartulinas, etc.

## 7. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

- **Software:** Normalmente, la amplia disponibilidad de software en el espacio virtual y la red (incluyendo el de código abierto y el *open source*) hace complicada la tarea de enumerar los programas o herramientas que son utilizados, y que difieren enormemente en función de cada proyecto, e incluso, en sesiones diferentes.

Se hace una referencia importante, además a la distribución del espacio para el desarrollo de actividades de diferente naturaleza. Por una parte, se ha reservado una fracción relevante del espacio para que los participantes trabajen de manera directa en el proyecto con los ordenadores portátiles. Este espacio, además, ejerce la función de espacio de convergencia, ya que en el mismo se tiene un contacto preliminar con la tecnología con la que se va a trabajar, y se tantea el espacio de trabajo que posibilita una relación inmediata con los diferentes componentes de software, de manera que los participantes, a partir de tal contacto preliminar con la tecnología, pueden tener una primera experiencia a la hora de configurar el proyecto que van a llevar a cabo, de manera que la tecnología se comporta como un herramienta que permite desarrollar ideas.

Otro de los espacios habilitados que adquiere especial relevancia, es uno compuesto de un conjunto de objetos que permiten interactuar con una pantalla LED de gran tamaño. Contiene, además, una consola de videojuegos, y un sofá, con varias plazas, para sentarse enfrente de los dispositivos, de modo que la interacción con las superficies se pueda desarrollar, también, en grupos pequeños. En este espacio, las actividades que se desarrollan, suelen estar relacionadas con la interacción con los mundos virtuales del tipo *open worlds*, como *Minecraft*, o bien con el uso lúdico de videojuegos, con un especial énfasis en el desarrollo de proyectos relacionados con los mismos. Se constituye, por lo tanto, como un espacio de incubación para el desarrollo de ideas dentro de un contexto generalmente enfocado a los aspectos lúdicos del desarrollo de proyectos.

Cerca del espacio que viene siendo descrito, se puede encontrar uno de tipología más sencilla, consistente en una moqueta para sentarse en el suelo. Este espacio al igual que los otros referidos, no posee una definición específica de los límites, de modo que los participantes que se encuentran en el ámbito global del taller poseen una mayor facilidad para acceder a este espacio, mismo si ya hay actividades que se están desarrollando. Entre las actividades que se llevan a cabo en este espacio, se encuentra, fundamentalmente, las actividades con diversos juegos de mesa, normalmente relacionados con la creatividad o con la colaboración grupal, y las asambleas donde se debate en torno a los proyectos, reuniéndose de este modo el conjunto, al completo, de participantes (incluyendo a los acompañantes, los cuales ayudan a desarrollar la convergencia del espacio de debate con la reflexión en torno a los proyectos de los propios participantes). Las asambleas, tal como se ha hecho referencia, tienen lugar tres veces a lo largo de la sesión programada del taller: una antes de comenzar, otra

aproximadamente en el ecuador de la sesión, y otra al final de la sesión. La asamblea permite la evolución del flujo de ideas proyectadas, y un espacio de debate en torno a los proyectos, que también van evolucionando.

Otro de los espacios que se visualizan de un modo relevante es un que tiene, fundamentalmente, dos objetivos principales. Uno de ellos es el desarrollo de proyectos con elementos más próximos al contexto de las manualidades. De hecho, este espacio es el más apropiado para el desarrollo de proyectos de carácter artesanal, lo que implica, también, el desarrollo y puesta en práctica de ideas a través de herramientas que vienen siendo utilizadas desde hace varias décadas, así como para el desarrollo de proyectos finales. También tiene relevancia como espacio para actividades relacionadas con los juegos de mesa, de modo que es posible encontrar, fácilmente, una combinación de los dos escenarios, y del desarrollo de actividades paralelas dentro de estos ámbitos, fundamentalmente, si bien es cierto que la limitación física de este espacio no permite el desarrollo de más de dos actividades simultáneas, normalmente.

El espacio general del Medialab Prado destinado a las sesiones de Gamestar(t) es, no obstante, diáfano, de modo que los participantes pueden transitar con libertad alrededor del mismo, lo cual contribuye al dinamismo de los propios proyectos, de manera particular, y del propio espacio, en términos generales.



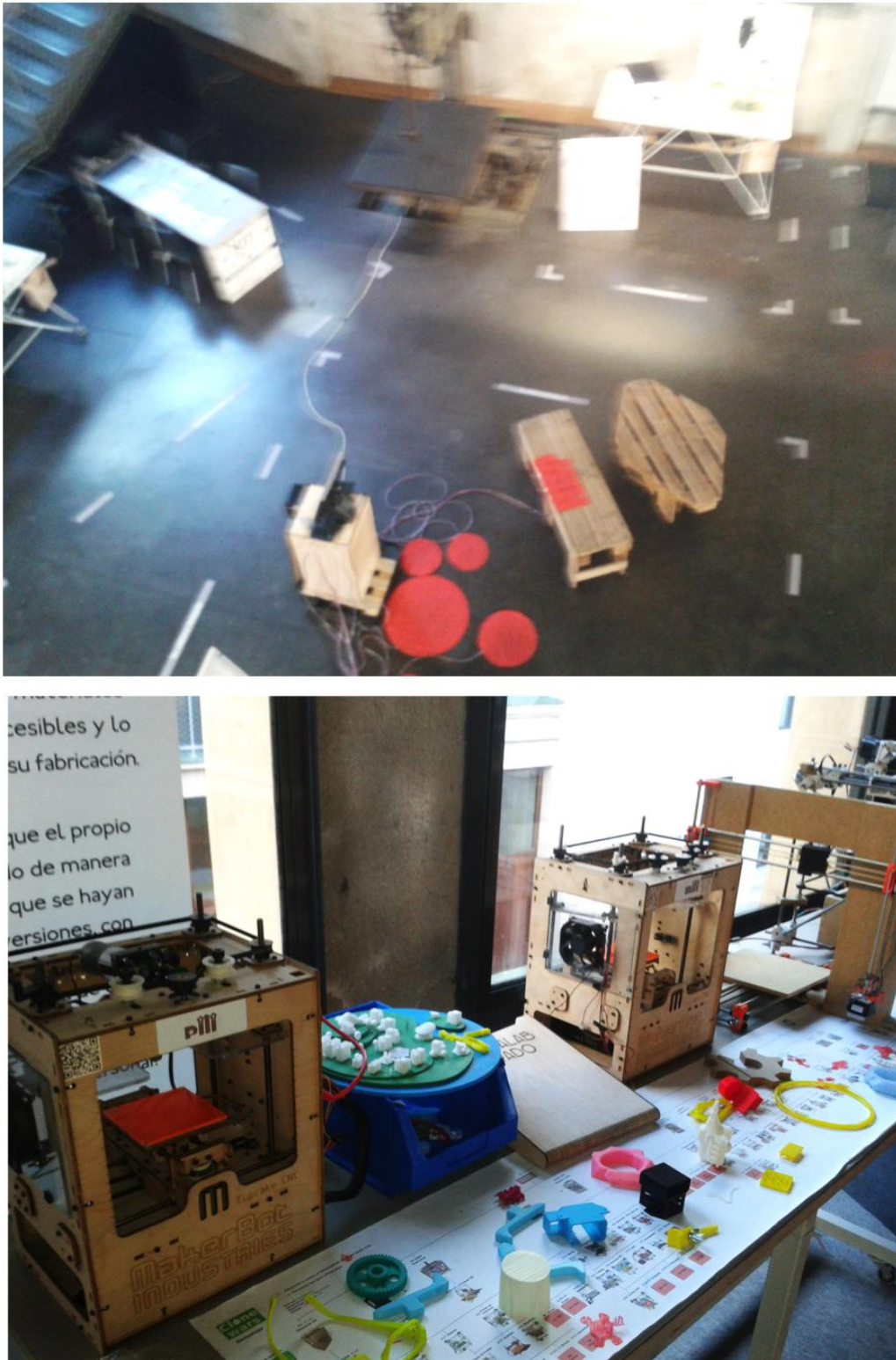


Figura 83. Documentación fotográfica del entorno analizado mediante el conjunto de aproximaciones metodológicas del DBR.

En la imagen se puede observar el espacio en el que se desarrollan las actividades de Gamestar(t), que corresponde a la segunda planta de la serrería belga del Medialab Prado de Madrid. Entre los componentes se encuentran herramientas y dispositivos electrónicos de implantación relativamente reciente, como impresoras 3D. También se

dispone de una amplia gama de videojuegos, laptops para el desarrollo de proyectos digitales, y juegos de mesa para promover los procesos de interacción entre los participantes en el proyecto, en este caso niños y adolescentes enmarcados en rangos de edad específicos comprendidos entre los 7 y los 18 años.

Es relevante desatacar la importancia de la celebración de asambleas para la reflexión y el debate que son llevados a cabo en tal contexto, tal como se viene refiriendo, existiendo, de este modo, un espacio destinado a ello. En una primera instancia, son celebradas normalmente tres asambleas por sesión, tal y como se ha descrito en párrafos anteriores. Estas se constituyen, fundamentalmente, como un espacio de expresión oral, confluyendo como un espacio de debate en torno a los proyectos que se estás llevando a cabo, y cómo van a ser realizados. Durante este proceso de debate, también se reorganizan y distribuyen los posibles grupos, marcados por la afinidad/semejanza de los proyectos planteados, pero también por el potencial que tienen los participantes de aunar necesidades de aprendizaje con capacidades específicas de participantes, lo cual acerca, de nuevo, el concepto, a nivel general, a las comunidades reflexivas. También se ponen en común las ideas planteadas, de modo que tal intercambio pueda impulsar el desarrollo de proyectos creativos.

## 7.6. Entrevista: Narrativas e interacción virtual.

¿Cómo crees que las narrativas de juegos interactivos pueden ser aplicadas en otros contextos, como por una parte, la literatura o el cine, que poseen narrativas lineales, y por otra, las experiencias interactivas asociadas a los espacios dentro del continuo de la virtualidad (realidad virtual, realidad aumentada, realidad mixta)?

Los nuevos medios suelen influir en los anteriores, cuando no los fagocitan. La fotografía influyó en la poesía, colaborando en el nacimiento de corrientes como el *imagismo*. El primer plano cinematográfico es tan responsable de la evolución de la interpretación teatral como el propio Stanislavski. La ficción televisiva cambió el tipo de planificación del cine a partir de *Doce hombres sin piedad*.

Es innegable que las narrativas interactivas están ya influyendo en los otros medios. Sin embargo, lo hacen de forma superficial. Pensemos en el cine: Hollywood lo hace a nivel de franquicia o contenidos, mientras que otros lo hacen en cuanto a su imaginería, como en el uso de la primera persona en la cámara. También la televisión usa la imaginería videolúdica: las actuales retransmisiones deportivas beben directamente de las interfaces de simuladores deportivos.

La dificultad para trasladar la influencia del videojuego a otros medios de una forma más profunda puede que resida en la capacidad o no de simular respuestas en tiempo real por parte del producto cultural. Así, el teatro lo tiene a priori mucho más fácil que el cine, ya que la coincidencia espacio-temporal de algunos de sus agentes (actores y técnicos) con el usuario final permite una retroalimentación instantánea en ambos sentidos. Pero también las narrativas creadas con anterioridad a su recepción están experimentando la influencia del videojuego, como indica, por ejemplo, el resurgir de la ficción interactiva durante los dos últimos años, junto con la recientemente aparecida versión 2.0 de Twine.

Pese a lo dicho, no confío en que la narrativa de los medios tradicionales no lineales se enriquezca demasiado gracias a la de los juegos. Cuando no lo haga de forma superficial lo hará de forma residual, afectando tan solo a una pequeña parte del medio y sin llegar a modificar el resto (como la ficción interactiva en el contexto de la prosa).

La realidad virtual, la aumentada y la mixta son trigo de otro costal en lo que a esta pregunta concierne, ya que al haberse popularizado con posterioridad al videojuego, han hecho suyas sus herramientas y estrategias desde el primer momento. Quizá tenga esto que ver con que toda narrativa interactiva es en sí una realidad aumentada, en la que la realidad de las/los jugadoras/es es modificada (esto es, aumentada) mediante el juego. No sé decir muy bien por qué, pero creo que las grandes innovaciones que nos puedan traer estas nuevas herramientas narrativas van a estar más ligadas a lo no lineal que a lo lineal. Eso sí: no se cuáles son las perspectivas en un futuro cercano.

¿Puedes enumerar ejemplos de narrativas reales, basadas en la literatura o historias verídicas, que sean susceptibles de ser incorporadas a un espacio virtual susceptible de recrear una narrativa propia, que no tiene por qué tener un carácter lineal?

No sé si entendí bien, pero creo que cualquier tipo de historia puede ser llevada a lo no lineal. De hecho, tras milenios de narrativa lineal, tendemos a percibir toda narrativa de forma lineal, incluida nuestra propia vida. Así pues, todo intento de dotar de narrativa a un espacio virtual empezará siendo lineal en nuestras cabezas, y deberemos transformarlo en no lineal mediante una serie de procesos. Idealmente, cuanto más expuestos estemos a lo no lineal, más capaces seremos de percibir nuestra propia existencia de forma no lineal, mayores posibilidades.

[Inciso: el propio Facebook es lo que preguntas, creo. Facebook es un espacio virtual no lineal, interactivo, personalizado, creado en tiempo real por sus usuarias y basado en la interrelación entre las historias propias de estas usuarias con las mecánicas propuestas por el propio espacio.]

Creo que la diferencia entre lo lineal y lo no lineal está en el “empaquetado” de las historias. Lo lineal encapsula una serie de *narremas*, los estructura, crea dependencias entre ellos y los presenta como todo indivisible (llamado “acontecimiento” o “peripecia”) a sus receptoras, que pueden interpretar los narremas con cierto grado de libertad, pero no pueden modificar su estructura, interdependencias ni la propia existencia o no de los narremas implicados.

Para crear una narrativa no lineal a partir de cualquier tipo de narrativa lineal, debemos desempaquetar esos narremas en mayor o menor medida, destruyendo parte de sus interdependencias y posibilitando la creación tanto de nuevos narremas como de nuevas dependencias por parte de las usuarias.

Así, toda historia creada como no lineal por cualquier medio tradicional como toda historia real percibida como lineal, es susceptible de ser convertida en no lineal.

En el contexto de la realidad virtual, describe alguna experiencia que conozcas que haya tenido una influencia en el modo en que el guionista construye una historia basada en una serie de eventos interrelacionados, que se fundamentan y desarrollan en un entorno virtual inmersivo. ¿Cuáles son los contextos emergentes en los que visualizas la realidad virtual?

No soy experto en realidad virtual, ya que nunca he trabajado con ella, así que hablo de oídas. Contaba un tipo de *Oculus Rift* en la última GDC Europe que, como diseñadores de juegos de realidad virtual, debemos ser conscientes de la posición en la que un jugador jugará a nuestro juego. Más concretamente, se refería a si el jugador estaría de pie o sentado y a si eso casaría con la posición



de su avatar en el juego. Parece ser que, por propiocentrismo, si el avatar está de pie y el jugador está sentado con los pies tocando al suelo, el cerebro percibe la diferencia de longitud en la distancia entre ojos y suelo y pone en peligro la inmersión. En un contexto en el que no podamos decidir o controlar la posición de nuestros jugadores (como en casi todo juego destinado a su uso doméstico) ese detalle puede tener profundas implicaciones narrativas. ¿Convertimos a los personajes protagonistas en niños? ¿Creamos juegos donde los personajes jugables estén siempre sentados?

Desde tu perspectiva ¿cómo pueden ser aplicadas las experiencias asociadas a los juegos interactivos a los espacios físicos? ¿Cuáles son los contextos narrativos emergentes que van más allá del videojuego y que conforman el escenario presente en el que se plantean y desarrollan historias en medios interactivos?

Extendiendo la pregunta, se puede decir que tú trabajas con videojuegos en espacios situados, con experiencias delante de una pantalla. No obstante, hay contextos en los que la estructura narrativa del videojuego se puede extrapolar al espacio real ¿Has pensado en algún momento cómo y en qué manera el videojuego se puede trasladar y jugar en espacios de la vida cotidiana?

Describe las estrategias de comunicación en el contexto de la narrativa del videojuego y del entorno virtual interactivo. Pon en un contexto, que permita visualizarlo, la narrativa embebida versus la narrativa emergente.

Existen varios tipos de narrativa que como persona que escribe historias, me planteo abordar. Dos de las fundamentales son:

- Narrativa embebida: La que viene definida de antemano por el guión del juego o la aplicación y se encuentra sometida a las mecánicas del juego.
- Narrativa emergente: Es, de algún modo la que tiene que buscar sus propios espacios para desarrollarse, o, en otras palabras: la que ejecuta el propio jugador.

Por otra parte, es importante destacar, dentro de estos contextos narrativo, la descripción de los niveles asociados a la equiparación de los fenómenos de la *historia* versus el *juego*

Entre estos niveles se encuentran, entre otros:

- *Exclusión*: La narrativa emergente y embebida se configuran en contextos separados.
- *Multipliación*: Un objeto determinado posee un espacio de posibles, en una narrativa no lineal, cuyos límites se encuentran definidos por la imaginación del jugador y la estructura narrativa concebida por el

guionista, por el límite del motor de juegos y por las fronteras visuales de los motores gráficos.

- *Disgregación*: Se fundamenta en la ruptura de los nexos entre el objeto y la acción. Una narrativa emergente se encuentra constantemente salpicada de narrativa embebida.
- *Integración*: La narrativa emergente y la embebida no se pueden diferenciar.
- *Segregación en el tiempo*: La narrativa emergente y embebida ocurren en contextos temporales diferentes.
- *Segregación por planos*: El plano es el que se comporta como un factor de divergencia entre los distintos tipos de narrativa, fundamentalmente la emergente y la embebida.
- *Disminución*: Se compone, a su vez de:
  - *Eliminación*: Una de las dos narrativas desaparece. En el caso de la eliminación de la narrativa emergente, tienen lugar episodios de narrativa embebida.
  - *Reducción*: Una de las dos narrativas tiene una presencia marcadamente menos relevante que la otra, lo que sin embargo aporta una serie de matices relevantes al fenómeno de la narrativa.

(Monchán, 2014)

## 7. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS



Figura 84. Visualización del entorno colaborativo para la creación y estructuración de narrativas no lineales *Articy:draft 2*.

Los componentes en que se estructura son fundamentalmente *misiones*, *artículos*, *personajes*, *diseño de niveles de la trama* y *diálogos interactivos*, de modo que se estructuran los niveles elementales que componen una trama a modo de categorías. Se puede observar una similitud con otros fenómenos que son referidos en el presente documento, tales como la programación orientada a objetos, en la medida en que reduce a componentes fundamentales los elementos que componen, en este caso, la trama de carácter no lineal.

Recuperado en 2014-12-20 de <http://www.nevigo.com/en/>.

## 7.7. Entrevista: Juegos interactivos, gamificación y realidad virtual

¿Cómo crees que las narrativas de juegos interactivos pueden ser aplicadas en otros contextos, como por una parte, la literatura o el cine, que poseen narrativas lineales, y por otra, las experiencias interactivas asociadas a los espacios dentro del continuo de la virtualidad (realidad virtual, realidad aumentada, realidad mixta)?

Ainda estamos construindo um formato para as narrativas dos jogos digitais. Ela traz características dos outros meios e linguagens, mas ainda está em desenvolvimento. As narrativas dos jogos digitais ainda são pobres, perceba que todo filme baseado em jogos tem um roteiro fraco. O caminho para desenvolver histórias melhores é capturar as diversas narrativas e seus hibridismos, mas considerar a questão da agência (ação do jogador) no qual quem joga deve descobrir as histórias. É mudar de uma linearidade ou uma proposta indutiva para uma proposta mais exploratória, dedutiva, misteriosa. Também acho que os jogos híbridos, que incluem tanto ações no ambiente físico como virtual, têm muito o que ser desenvolvidos, ampliando a relação entre tempos, espaços e narrativas, que podem ser reais ou inventadas, mas é essencial que sejam descobertas e não dadas a priori.

*Trad: Todavía estamos construyendo un formato para las narrativas de juegos digitales. Esta trae características de los otros medios y lenguajes, pero todavía está en desarrollo. Las narrativas de los juegos digitales todavía son pobres, remárguese que todas las películas basadas en juegos tienen un guión débil. El camino para desarrollar mejores historias es capturar las diferentes narrativas y sus hibridaciones, así como considerar la cuestión de la agencia (acción del jugador), en la cual la persona que juega debe descubrir las historias. Se trata de cambiar desde una linealidad o una propuesta inductiva hacia una propuesta más exploratoria, deductiva, misteriosa. Pienso también que los juego híbridos, aquellos que incluyen tanto acciones tanto en el entorno físico como en el virtual, tienen mucho para ser desarrollados, ampliando la relación entre tiempos, espacios, y narrativas, que pueden ser reales o inventados, siendo sin embargo esencial que sean descubiertos y no sean dados a priori.*

¿Puedes enumerar ejemplos de experiencias producidas en entornos en los que trabajas, en las que el alumno o usuario construye la narrativa a partir de experiencias de realidad virtual, para llevar a cabo procesos de auto-aprendizaje?

Tenho trabalhado com construção de games híbridos, especialmente em museus. A ideia é criar uma proposta exploratória de espaços museológicos a

## 7. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

partir de narrativas e realidade aumentada, geolocalização, tudo com desafios. Há dois tipos principais de dinâmicas: alguns casos em que eu faço os desafios e os alunos exploram e descobrem e outra que um grupo de alunos, explora os espaços e os tipos de interações possíveis e criam os desafios para outros alunos. Tanto um modelo como outro exige uma ação mais investigativa e menos reativa, mas não sei se podemos falar de autoaprendizagem separada do coletivo da interação com a proposta, com os outros, com a diferença do momento de experiência e design do jogo e da sua vivência. Claro que há uma proposta de aprendizagem com os desafios, mas o processo é sempre uma surpresa que só a vivência proporciona.

*Trad: He trabajado con la construcción de juegos híbridos, especialmente en museos. La idea es crear una propuesta exploratoria de espacios museológicos a partir de narrativas y realidad aumentada, geolocalización, todo con desafíos. Existen dos tipos principales de dinámicas: algunos casos en los que construyo desafíos y los alumnos exploran y descubren, y otro, en el que un grupo de alumnos explora los espacios y los tipos de interacciones posibles y crean los desafíos para otros alumnos. Tanto un modelo como otro exigen una acción más investigativa y menos reactiva, pero no sé si podemos hablar de autoaprendizaje separado del colectivo de interacción con la propuesta, con los otros, con la diferencia del momento de la experiencia y el diseño del juego y su vivencia. Claro que existe una propuesta de aprendizaje con los desafíos, pero el proceso es siempre una sorpresa que sólo puede proporcionar la vivencia.*

En el contexto de la realidad virtual, describe alguna experiencia que conozcas que haya tenido una influencia en el modo en que el usuario o estudiante construya su propio espacio de aprendizaje, a través de la realidad virtual o aumentada.

Hoje há muitas pesquisas sobre o Minecraft no qual as crianças estão construindo mundos e compartilhando seus espaços e sua forma de construir e resolver desafios. Também fiz algumas experiências com realidade aumentada, no qual as crianças mapeavam os espaços, criavam camadas de informações nesses espaços e narrativas e desafios para mobilizar e explorar essas camadas.

*Trad: Hoy existen muchas investigaciones sobre Minecraft en el cual los niños están construyendo mundos y compartiendo sus espacios y su forma de construir y resolver desafíos. También hice algunas experiencias con realidad aumentada, en la cual los niños mapeaban los espacios, creaban capas de información en esos espacio y narrativas y desafíos para movilizar y explorar esas capas.*

Describe alguna experiencia de realidad aumentada emergente que se encuentre relacionada con los juegos interactivos, y donde se pueda observar un punto de convergencia. Aporta una reflexión en torno a cómo la realidad aumentada, con la ayuda del espacio físico, puede mejorar los entornos de aprendizaje.

A realidade é mais do que camada de informação associadas a um marcador. Ela pode criar camadas de comparação de tempo e espaços (ex: mostrar como aquele ambiente era no passado), camadas de informação alternativa (outra mídia para quem tem problema de acesso), ajudam a criar histórias fictícias, camadas que mostram por dentro (que mostram determinada estrutura por dentro), etc. Como isso é possível criam desafios que mobilizem a exploração dessas camadas.

*Trad: La realidad es más que capas de información asociadas a un marcador. Ella puede crear capas de comparación de tiempo y espacios (por ejemplo, mostrar cómo era aquel entorno en el pasado), capas de información alternativa (otro medio para quien tiene problemas de acceso) que ayudan a crear historias ficticias, capas que muestran por dentro (que muestran determinadas estructuras por dentro), etc. Con eso es posible crear desafío que movilicen la exploración de tales capas.*

Desde tu perspectiva: ¿cómo pueden ser aplicadas las experiencias asociadas a los juegos interactivos a los espacios físicos? ¿Cuáles son los contextos de exploración e investigación en relación a la generación de futuras experiencias para construir espacios de aprendizaje emergentes?

As camadas de realidade aumenta associadas á geolocalização podem realmente aumentar nossa relação com os espaços físicos, criando explorações mais profundas.

*Trad: Las capas de realidad aumentada asociadas a la geolocalización pueden realmente aumentar nuestra relación con los espacios físicos, creando exploraciones más profundas.*

Aporta una reflexión en torno a cómo convergen espacio, narrativa, experiencias gracias a la realidad virtual, la realidad aumentada, y los serious games.

É possível criar histórias ou mesmo trazer histórias reais dos espaços e conectá-las ou aprofunda-las usando tanto camadas de realidade aumentada como até ambientes virtuais simulados. Tudo isso pode ganhar um formato gamificado quando há desafio e feedback.

*Trad: Es posible crear historias e incluso traer historias reales de los espacios y conectarlas o profundizarlas usando tanto capas de realidad aumentada como*

*incluso entornos virtuales simulados. Todo eso puede adquirir un formato gamificado cuando hay desafíos y feedback.*

Describe brevemente un escenario a corto plazo para la realidad aumentada y la realidad virtual, y cómo se integrarían en las áreas de la investigación y la educación.

A educação precisa investir na investigação de metodologias mais ativas, investigativas e experiências usando essas tecnologias podem contemplar essas metodologias mais ativas e isso ser objeto de investigação analisando a experiências e autoria do aluno no processo.

*Trad: La educación precisa de inversión en investigación de metodologías más activas, indagadoras y experiencias. Usando dichas tecnologías se pueden contemplar esas metodologías más activas, siendo eso objeto de investigación, analizando las experiencias y la autoría del alumno en el proceso.*

(Carolei, 2015)

Traducción del Portugués: Jose Luis Rubio Tamayo.



Figura 85. Juegos pervasivos con realidad aumentada.

Los denominados *juegos pervasivos* (del inglés, *pervasive games*) son aquellos que llevan parte de la experiencia de jugabilidad al entorno físico o real. Gracias a las tecnologías que permiten interactuar con el espacio físico (especialmente la realidad aumentada), estas experiencias se constituyen cada vez como fenómenos más habituales, lo que constituye por otra parte un campo de estudio cuyo potencial empieza a ser explorado. Parte de las líneas de investigación llevadas a cabo por Carolei (2015) se centran precisamente en el estudio de la aplicabilidad de los juegos pervasivos en el ámbito de la educación.

Recuperado en 2015-03-20 de

[http://www.ercim.eu/publication/Ercim\\_News/enw57/lindt.html](http://www.ercim.eu/publication/Ercim_News/enw57/lindt.html)





## 8. CONCLUSIONES



## 8.1. Contraste de Hipótesis



Poner de relieve los fenómenos que vienen siendo analizados en el presente trabajo de investigación, partiendo de un marco conceptual que pone el foco en una cantidad de áreas de estudio relevante, precisa confrontar los resultados obtenidos con las hipótesis planteadas al principio del estudio. El marco conceptual y la metodología utilizadas para enfocar una parte del continuo de la virtualidad en la relación que tienen los procesos creativos y las disciplinas STEAM, revela un escenario no exento de un grado de complejidad elevado, debido precisamente al carácter multidisciplinar e interdisciplinar del propio estudio. En este marco conceptual se encuentran, además, implícitos otros factores importantes, como son la relación con el espacio, la simulación, los procesos y mecánicas de interacción o las dimensiones que emergen en relación a la naturaleza del espacio, debido a la migración de algunos componentes al ámbito de lo digital.

No obstante, si nos atenemos a las propias dimensiones del estudio, centrándonos en un campo de visión concreto (delimitado por las hipótesis y por las preguntas que son planteadas en la investigación), se observa que sobre unos agentes activos concretos y en una serie de escenarios específicos<sup>250</sup>, ciertas dinámicas no sólo coinciden con muchos de los aspectos planteados en la literatura científica y los fenómenos que son abordados en el marco conceptual, sino que también permiten establecer dimensiones micro de análisis. En estas dimensiones micro de análisis se observan particularmente los rasgos que describen la propia naturaleza de los proyectos creativos y poseen a su vez una fuerte componente tecnológica, dentro de su entorno, reflejando dicha singularidad en la proyección de innovaciones para el diseño de experiencias emergentes.

En relación a la aproximación a las hipótesis proyectadas en el presente estudio, los resultados reflejan, a priori, un elevado grado de incidencia de la creatividad, por una parte, y de las tecnologías enmarcadas, de algún modo, en el territorio del continuo de la virtualidad. Esas categorías tecnológicas, pertenecientes al segmento en que se encuentra el continuo de la virtualidad, fueron, tal como se explica en el actual trabajo, distribuidas en varios grupos diferentes, o varios niveles según el grado de información proveniente de fuentes virtuales. También se ha tenido en cuenta la capacidad de transformar una parte fundamental del espacio (físico, mixto, virtual), se constituyen como: SDK (y entornos de desarrollo de programación), realidad virtual, realidad aumentada, serious games, motores de videojuegos y hardware libre. Estas tecnologías tienen, a su vez, un grado de relación más o menos con uno o varios de estos fenómenos, constituyéndose como otros de los factores a través de los cuales se han establecido tales categorías: inmersión<sup>251</sup>, simulación<sup>252</sup>, interacción e interactividad<sup>253</sup>,

---

<sup>250</sup> Como son los laboratorios y medialabs, donde, de antemano, la convergencia entre arte, ciencia y tecnología tiene una presencia relevante.

<sup>251</sup> Fundamentalmente realidad virtual, aunque se encuentra presente en muchas experiencias de realidad aumentada. También se encuentra parcialmente en los serious games virtuales.

o prolongación de la concepción del espacio a partir del incremento o la superposición de los rangos de información (mediante capas de virtualidad)<sup>254</sup>.

Una vez contextualizada la parte del estudio que corresponde a la descripción de los géneros de tecnología, pertenecientes al continuo realidad-virtualidad, abordadas, la constitución de la percepción, respecto al impacto de las mismas en los proyectos llevados a cabo en los medialabs y laboratorios, refleja un territorio común entre los ámbitos de desarrollo de proyectos donde se vienen implicando los procesos creativos, y las tecnologías. En otras palabras, los procesos y la tecnología, en los ámbitos analizados, son objeto de un proceso de retro-alimentación, en el que se ven implicados numerosos factores transversales. No obstante, la percepción del impacto de las tecnologías del continuo de la virtualidad en los procesos creativos (tal como se hace referencia en el enunciado de la Hipótesis 1<sup>255</sup>), evaluada a partir de modelos como el modelos de aceptación de la tecnología, y a través de una percepción genérica de la utilidad y de la facilidad de uso, - e incorporando factores pertenecientes a otros modelos-, es relativamente elevada, por encima del promedio de la escala<sup>256</sup>. Parte de los propósitos del presente estudio se centran en proyectar hasta qué punto la tecnología potencia la motivación y los procesos creativos en determinados ámbitos experimentales, la visualización de la percepción de impacto en el desarrollo de proyectos basados en procesos, o la observación de las propias lagunas y brechas que marcan el impacto de la tecnología digital y el hardware.

La proliferación de espacios emergentes donde se observa una convergencia entre los cinco niveles de tecnología propuestos, y el conocimiento de los procesos y dinámicas creativos, refleja, continuando con el marco de análisis que nos lleva a la verificación de la segunda hipótesis<sup>257</sup>, una eficacia del modelo de aceptación de la tecnología, en relación a la percepción de utilidad, pero también a la percepción de facilidad de uso.

---

<sup>252</sup> Encontrándose en la realidad virtual, aumentada, en los serious games virtuales, pero también, desde cierta perspectiva, en el hardware libre, y en los entornos de desarrollo de programación.

<sup>253</sup> Encontrándose, desde diferentes perspectivas y en diferentes grados, en todos los niveles referenciados.

<sup>254</sup> Manifestándose fundamentalmente en la realidad aumentada, pero encontrándose presente, en diverso grado, en los otros componentes. Por ejemplo, en los entornos de desarrollo de programación, y en menor medida, en los motores de juegos, se observa en fenómeno en el sentido inverso.

<sup>255</sup> Recordando el enunciado de la Hipótesis 1: *Las tecnologías del continuo de la virtualidad (realidad virtual, aumentada, mixta) proyectan una percepción de impacto en el desarrollo de proyectos basados en procesos creativos y colaborativos.*

<sup>256</sup> Estudios más profundos, con los mismos datos obtenidos (incluso con una muestra más amplia) sugieren el establecimiento de correlaciones, como la correlación lineal de Pearson, para la incidencia específica en ese punto concreto. Debido a la cantidad potencial de correlaciones con la muestra obtenida, se ha proyectado para futuros estudios.

<sup>257</sup> Hipótesis 2: *Los modelos de aceptación de la tecnología (TAM) se proyectan como fenómenos que plantean estrategias eficaces a la hora de diseñar un escenario de convergencia entre procesos creativos y el continuo de la virtualidad.*

Estos dos factores tienen en cuenta la incorporación de mecánicas y enfoques procedentes de otros modelos análogos pero que se enfocan dentro de un contexto más relacionado con los rasgos cognitivos, ergonómicos, o comportamentales, en los que, debido a la obvia necesidad de acotación del campo de estudio, no se ha realizado una profundización exhaustiva en los mismos. No obstante, el diseño de escenarios de convergencia entre varios ámbitos del conocimiento posibilita el uso de modelos de aceptación de la tecnología, incorporando, a su vez, una profundización en la literatura científica y en la metodología que abarque, a su vez, otros procedimientos de análisis.

En lo referente a la tercera hipótesis<sup>258</sup> planteada, uno de los fenómenos observados es precisamente la complejidad de los escenarios individuales, representado por proyectos de diversa índole llevados a cabo por laboratorios, y que plantean ciertos rasgos particulares que precisan de estudios analíticos para ser extrapolados a contextos diferenciales. Por otro lado, el análisis de estos conceptos diferenciales, sobre todo en lo referente a las particularidades del propio proceso, proyecta abrir líneas de investigación de especial interés, no sólo para el ámbito tecnológico, sino también para las ciencias cognitivas, las artes, los factores ergonómicos, o las ciencias de la información y la comunicación, entre otros.

La estructuración de los procesos, a través de lenguajes de modelado, especificaciones, esquemas visuales, o mapas mentales, en la medida en que constituye un fenómeno de extrapolación de dinámicas que vienen siendo aplicadas en diferentes áreas (como, fundamentalmente, el diseño de escenarios educativos, fundamentados en esquemas narrativos y especificación de factores como los roles o el entorno), reviste, no obstante, un elevado grado de complejidad a la hora de implantar tales fenómenos en otras áreas específicas, donde se observa la convergencia entre procesos creativos, proyectos emergentes, tecnologías del continuo de la virtualidad, y perfiles STEAM. El proceso, análogo a lo que se categoriza como una ingeniería inversa<sup>259</sup>, presenta ciertas limitaciones al proyectar el diseño de sistemas dinámicos, donde no se encuentran unas mecánicas establecidas. Por otra parte, los proyectos de los mediabs y laboratorios multimedia en los cuales se ha puesto el foco<sup>260</sup> presentan una serie de dinámicas complejas, revistiendo, por lo tanto, de un elevado nivel de complejidad, la estructuración, categorización y desarrollo de estándares en un solo nivel, siendo, por lo tanto, precisa, la continuidad de estudios en esta línea, profundizando en los ámbitos de comunicación y en el diseño, a la vez que dando una continuidad al potencial de investigación por parte de grupos interdisciplinares que se engloban dentro de un contexto STEAM.

---

<sup>258</sup> Hipótesis 3: *Los proyectos enmarcados dentro de las actividades de los laboratorios poseen dinámicas que pueden ser estructuradas a través de lenguajes de modelado y especificaciones que vienen siendo aplicadas al diseño de escenarios educativos.*

<sup>259</sup> Es decir, en este caso concreto, analizando los proyectos desde varias perspectivas y localizando sus componentes para tratar de reproducir algunos fenómenos en otros ámbitos.

<sup>260</sup> En este caso, un total de 60.





## 8.2. Conclusiones Generales



La presente investigación proyecta un escenario en el que se plantea, desde el punto de vista de los resultados expuestos, una continuidad con las líneas de investigación, tanto desde una perspectiva macro, como micro e incluso, del continuo realidad-virtualidad, en relación con otros fenómenos emergentes. Tal relación dibuja un escenario en el cual la tecnología se consolida como un medio, como un soporte, o como un fin en sí mismo, pudiéndose extrapolar esta serie de categorías a la noción de creatividad, a sus manifestaciones a través de los procesos y productos creativos, y al enfoque heurístico de la misma para plantear problemáticas en ámbitos como la investigación y la innovación. El continuo realidad-virtualidad, a medida que la tecnología va permitiendo la expansión de sus límites, y la imaginación va ampliando a su vez el rango de posibilidades, encuentra también mecanismos emergentes de convergencia con los fenómenos con los que se relaciona. El espacio, los procesos creativos, las aproximaciones a la interacción entre el individuo y el entorno, la generación de conocimiento, la simulación o la capacidad creciente de los dispositivos de ofrecer experiencias inmersivas, son sólo algunos de los fenómenos que permiten el crecimiento del territorio de incidencia del continuo de la virtualidad. Pero también la filosofía, el potencial de generar nuevas dimensiones narrativas y la capacidad de producir símbolos y figuras retóricas, son los factores que proyectan la expansión conceptual del fenómeno. Al mismo tiempo, las brechas y lagunas del continuo, que a veces se encuentran entre los diferentes niveles conceptuales que la componen (como entre la virtualidad aumentada y la realidad virtual), se van replegando a medida que el territorio físico-virtual y conceptual del propio continuo evoluciona. La materialización de la línea realidad-virtualidad se va consolidando como una línea persistente, a medida que se van produciendo avances técnicos de los propios dispositivos, y se ven incrementados los niveles de inmersión, la capacidad de simulación, y la ubicuidad de acceso, así como la incorporación de niveles de la interfaz humana a la interfaz computacional.

El ámbito experimental que conforman los laboratorios y medialabs, se constituyen como un escenario de un gran potencial para continuar innovando en la virtualidad a través de los procesos creativos, y a su vez, en un proceso de retroalimentación, en la creatividad a través de los niveles de interacción proyectados por el continuo de realidad-virtualidad. Las áreas tecnológicas que se enmarcan en tal continuo, a través de los diferentes mecanismos de expresión, y del incremento de las posibilidades de intervención del espacio, proyectan a su vez un elevado potencial de transformación del contexto en el que se implantan, con el fin de producir innovaciones en las dimensiones metodológica, tecnológica o procedural, entre otras. De este modo, el uso de la realidad virtual, la realidad aumentada, los entornos de desarrollo para motores de juego y programación, y el hardware libre, constituyen un conglomerado de áreas de estudio que pueden ser enfocadas individualmente o en conjunto, y en su relación con los procesos creativos o con otros factores que forman parte de áreas de investigación transversales.

La convergencia entre la creatividad y el continuo de la virtualidad presenta una serie de enfoques, que a su vez van expandiendo el ámbito de incidencia según se ven reflejadas innovaciones en el ámbito tecnológico, por una parte, y en el ámbito metodológico para la convergencia de arte, ciencia y tecnología. De hecho, el estudio revela a priori, en dicho ámbito de convergencia, la presencia de una índole interdisciplinar en la categorización de los perfiles, y, a su vez, un carácter que refleja el interés por la investigación y la experimentación, incluso si a posteriori se reflejan otros perfiles enmarcados dentro del ámbito de las disciplinas STEAM: programadores, diseñadores, educadores o desarrolladores, entre otros.

Por otra parte, el continuo de la virtualidad se configura como un escenario en el que todavía se observa la emergencia del potencial creativo, de modo que gran parte de los agentes implicados muestran un conocimiento relevante de los propios procesos que engloban metodologías fundamentadas en la creatividad, y del rol que juega la misma en lo referente al potencial impacto que puede ejercer en la dimensión tecnológica. En un sentido multidireccional, un proceso de retroalimentación entre tecnología y creatividad implica una influencia recíproca, en el que la tecnología se conforma, también, como un factor transformador de los procesos creativos, y a la vez como un medio de expresión en el que la generación de contenidos, el abordaje de nuevas narrativas, y las aplicaciones en distintos ámbitos de la práctica, incorporan, a su vez, una nueva dimensión al fenómeno, planteando, por lo tanto, la incidencia en ámbitos de investigación emergentes.

La propuesta de modelos que provienen del ámbito del diseño de escenarios, basados en el modelado de procesos o en el uso de metáforas que incorporan una dimensión narrativa, dividida en componentes que configuran un escenario, precisa de incidir en la continuidad de estudios para extrapolar dinámicas de interacción con el escenario que no pertenecen, específicamente, al rango de diseño de escenario de aprendizaje. De esta manera, los ámbitos de actuación para una mejora de los procesos (o una tentativa aproximativa de optimización de los mismos), teniendo en cuenta las especificaciones y los modelos abordados anteriormente en áreas de estudio como la ingeniería o la educación, sugiere la dinamización estructural de los roles<sup>261</sup>.

Cabe también incidir en la importancia de dar una continuidad a los estudios que analizan los escenarios STEAM, con el fin de incrementar el potencial de las comunidades reflexivas, incorporando, en la medida que los medios lo permitan, las

---

<sup>261</sup> Por ejemplo, el IMS LD propone el de docente, auxiliar y alumno. Lo que se plantea a partir de la extrapolación de la representación a ámbitos no específicamente educativos, y/o que en ocasiones no parten de un modelo determinado (sino que las dinámicas se configuran y evolucionan con el tiempo), es la incorporación de nuevos factores y nuevas perspectivas de enfoque (como el estudio para la incorporación de nuevos roles), simplificando a su vez el lenguaje interpretativo y visual, con el fin de que la capacidad de reproducir escenarios de producción de ideas o educativos, teniendo en cuenta las particularidades de los agentes implicados o del propio entorno, se vea incrementada.

innovaciones tecnológicas que sean precisas, dentro del ámbito del continuo de la virtualidad, y trabajando en la reflexión y el rediseño continuo del entorno de desarrollo de proyectos o de aprendizaje, a fin de buscar estrategias que potencien la creatividad e incrementen los niveles de interacción entre participantes.

Debido a que, en parte, se aborda el análisis de escenarios donde entran en juego factores sociales, la propuesta de una metodología de estudio, que incorpore varias estrategias para la obtención de información, mediante triangulación y otras aproximaciones, se proyecta como una vía de especial interés para continuar profundizando en el conocimiento del fenómeno del continuo de la virtualidad y su impacto en diferentes ámbitos del conocimiento. La observación del propio escenario y la incorporación de factores innovadores en el entorno se configura, además, como una estrategia complementaria que permite enfocar desde una determinada perspectiva, y abordar los rasgos particulares de cada escenario y cada proceso concreto, en el que entran a formar parte elementos que configuran cada experiencia particular como un fenómeno singular, del que se pueden extraer, a su vez, componentes que sirvan para seguir construyendo dinámicas de trabajo en que se involucre la creatividad y las tecnologías virtuales, en convergencia con otros fenómenos.

La construcción de la narrativa también se conforma como un fenómeno a incorporar dentro de los estudios relativos al continuo de la virtualidad y su relación con otras áreas de estudio o con aplicaciones pragmáticas. De este modo, la narrativa se constituye como una herramienta de especial interés, en la que se hace preciso continuar investigando, para incorporarla al fenómeno de estudio del continuo de la virtualidad, valorar sus potenciales aplicaciones, integrar perspectivas emergentes, y emplearla para el diseño de escenarios para proyectos o aprendizaje, a través de la ruptura del carácter lineal de la misma, que viene siendo favorecida, a su vez, por un cada vez mayor dinamismo tecnológico.

Un escenario, en el que un estudio de los rasgos que definen la realidad virtual, aumentada, mixta, la naturaleza del espacio físico, y donde se integren agentes participantes involucrados en varias áreas de trabajo de las disciplinas STEAM, proyecta un especial interés en lo relativo a la aplicación de factores que presentan una relación con la interacción, la simulación, la inmersión o la prolongación del espacio de información, entre otros, a diversas áreas de estudio e investigación, planteando la continuidad de aproximaciones que evalúen el impacto de tales aplicaciones en diversos ámbitos socio-educativos, científicos, o en las industrias creativas, retroalimentando la generación de conocimiento en el ámbito de la tecnología con aquel enmarcado en los contextos artísticos y de las humanidades, así como de las ciencias sociales, de la información, o la comunicación.



## 9. DISCUSIÓN





## 9.1. Análisis Crítico



Establecer los parámetros, a través de los cuales se elabora una perspectiva crítica en relación a la temática estudiada, se revela como uno de los aspectos fundamentales para profundizar en el conocimiento de la naturaleza del continuo de la virtualidad desde una serie de análisis multifocales.

En este punto, se presenta la necesidad de establecer, a su vez, una perspectiva crítica con el ámbito del fenómeno analizado para implantar mejoras en los procedimientos de análisis y en las estrategias aproximativas al objeto de estudio.

El conjunto de fenómenos que conforman el objeto de estudio, debido a su carácter eminentemente complejo, tiene el potencial de ser abordado desde diferentes perspectivas, lo que sin duda deja abierta la puerta a estudios desde ámbitos de diversa naturaleza. Si bien perspectivas como la socio-económica han sido incorporadas al marco teórico y al estado de la cuestión en el presente trabajo (recordemos las aproximaciones a la sociedad marginal de coste cero o a la industrialización de la información y de los procesos de comunicación), constituyéndose, a su vez, como elementos que contribuyen a configurar la estructura conceptual, se plantea el interés de futuros estudios de poner el foco de análisis en las transformaciones socio-económicas que implica la propia transformación de los procesos, transformación llevada a cabo fundamentalmente a partir de la incorporación de dispositivos y tecnologías que permiten interactuar y relacionarse con información digital, mediante la simulación o la inmersión, e incluso la transformación de la relación del individuo con el contenido.

El estudio de los fenómenos de la inmersión, la interactividad del individuo con el espacio (en un contexto de implantación de tecnologías del continuo de la virtualidad), la simulación, o el proceso de transformación, a través de la migración al espacio digital o de la virtualización de ciertos elementos comúnmente enmarcados dentro del ámbito del espacio físico, corresponden a áreas de investigación de carácter heterogéneo y al mismo tiempo transversal, como el HCI, que en sí mismo incorpora una gama de disciplinas relevante. Ante la obvia dificultad de abordar todas o gran parte en un ámbito de tal envergadura, el actual trabajo de investigación proyecta la continuidad de líneas de investigación emergentes que ya vienen siendo tratadas en la literatura científica y en las publicaciones especializadas en la temática. Es por ello que el presente trabajo de investigación proyecta fundamentar ciertos componentes relativos al continuo de la virtualidad, de manera que pueda constituir, por una parte, una base argumental para parte de la literatura científica y especializada que está por venir. La contribución a la constitución de una serie de conceptos, nociones e ideas, asociadas al amplio espectro del continuo de la virtualidad, donde confluyen arte, creatividad, tecnología y espacio, constituyen uno de los planteamientos troncales del presente estudio.

En el ámbito de la tecnología estudiada, los cinco enfoques a partir de los que se realiza el proceso de análisis<sup>262</sup> constituyen solamente una parte de los fenómenos tecnológicos que tienen el potencial de intervenir en los distintos niveles del continuo de la virtualidad, siendo por otro lado fundamentales para la comprensión de los procesos que intervienen de alguna manera en el ámbito que corresponde al objeto de estudio. Esto quiere decir que en realidad se presenta otra cantidad relevante de componentes, cuyo estudio en relación al continuo de la virtualidad puede presentar un elevado grado de interés para el tema analizado, como los componentes emocionales, la creación de contenidos audiovisuales, las herramientas (físicas o virtuales) para la creación artística o las tecnologías hápticas, poniendo de nuevo de relieve la complejidad del fenómeno estudiado, lo que a su vez permite vislumbrar el potencial de los fenómenos que se asocian al continuo de la virtualidad.

El estudio de la tecnología que es utilizada en los laboratorios y medialabs, fundamentalmente por parte de los perfiles analizados, posee una serie de proyecciones que plantean configurar la estructura de lenguajes de programación, motores de juego, o dispositivos para el acceso a entornos de realidad virtual o interacciones con realidad aumentada, de modo que puedan ser analizadas sus características desde puntos de vista como el puramente técnico o desde una perspectiva de las ciencias del comportamiento, por citar dos ejemplos característicos de la deriva, a corto y medio plazo, del presente proyecto de investigación. De este modo, al observar que el motor de juegos más utilizado es Unity<sup>263</sup>, los desarrolladores tienen un campo para la indagación en los factores que hacen que el motor de desarrollo de juego, desde los puntos de vista técnico y tecnológico, contenga elementos que sean considerados favorables por el conjunto de usuarios respecto a otras opciones. Lo mismo ocurre con los componentes emocionales, la usabilidad del entorno y los factores que conforman los modelos de aceptación de la tecnología (TAM) incorporados en el presente estudio, sin dejar de lado los componentes relativos al HCI.

Desde el punto de vista de la modelización, la esquematización de los procesos mediante aproximaciones tales como el lenguaje unificado de modelado (UML) o especificaciones como el IMS LD, permite establecer una visión categorizada de los agentes implicados en los procesos, diferenciando los roles del entorno y los componentes (físicos y virtuales) que conforman en contexto analizado. La modelización y la categorización permite, por un lado, perfeccionar el propio modelo de desarrollo de escenarios en el que se producen una serie de interacciones y se llevan a cabo proyectos con fines específicos dentro de los ámbitos de las industrias creativas, pero también en la investigación o la educación. El estudio de tales modelos, mediante la

---

<sup>262</sup> Tal como se observa en la metodología y los resultados, los componentes a los que se ha realizado una aproximación han sido: realidad virtual, realidad aumentada, serious games y motores de juegos (2D y 3D), hardware (poniendo el foco especialmente en el hardware libre) y entornos de desarrollo de programación o SDK.

<sup>263</sup> En el ámbito específico de los laboratorios y medialabs

categorización de los componentes, posibilita, a su vez, el desarrollo de estrategias que den lugar a la incorporación de mejoras y de elementos que contribuyan dinamizar los procesos creativos y de interacción, si bien es preciso recalcar que se hace necesario conocer la naturaleza del entorno específico, tal como se describa a continuación mediante el uso de estrategias de inmersión y aplicación de innovaciones en el entorno.

En lo referente a los resultados obtenidos con metodologías de intervención en el espacio desde el punto de vista cualitativo, se plantea, desde el actual trabajo de investigación, la extrapolación del design-based research (DBR) a otros ámbitos relativos al estudio de los laboratorios y medialabs, teniendo en cuenta la naturaleza heterogénea de cada contexto. En relación a este fenómeno, el presente estudio proyecta continuar con las investigaciones mediante la observación directa y la implantación de innovaciones en los procesos, teniendo en cuenta la naturaleza específica de cada ecosistema físico, virtual o mixto, así como los componentes que intervienen en los procesos y los objetivos que plantea el proyecto llevado a cabo en el laboratorio o medialab.

Desde el punto de vista de las ciencias de la educación, las aportaciones que realiza el presente trabajo proyectan configurar como objeto de debate y discusión. Las aportaciones del trabajo en materia de interacción, simulación, implantación y uso de ciertos tipos de tecnología (proponiendo extrapolaciones de los casos observados en los laboratorios universitarios, medialabs, o entornos educativos informales, fundamentados en no pocas ocasiones en proyecciones tales como las pedagogías libres), plantean generar fundamentos teóricos del que los especialistas en las áreas educativas se puedan servir para plantear transformaciones en el ámbito en que desarrollan su área de estudio. De este modo, si bien es cierto que una parte fundamental analiza modelos pedagógicos emergentes, basados en una relación innovadora con el espacio, una transformación en la metodología, y la implantación de tecnología que puede optimizar los procesos de interacción, entre otros fenómenos, la evaluación del contexto pedagógico ha sido abordado de forma transversal en el presente trabajo, planteando una continuidad de líneas de estudio por parte de investigadores que pretendan centrar el foco de análisis en los aspectos educacionales, y aporten, a su vez, contenido al marco teórico y experiencias en el ámbito de la investigación, así como perspectivas y enfoques críticos en relación a la temática abordada en el actual estudio.



## 9.2. Aportaciones





Los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación proyectan una serie de factores que facilitan la comprensión del ámbito analizado, alrededor del fenómeno del continuo de la virtualidad, el potencial creativo que ofrece, y el estudio de las aplicaciones tecnológicas y dispositivos utilizados para la investigación, la experimentación, y los procesos educativos en contextos ubicuos y situados. De este modo se observan una serie de aportaciones en referencia a la contribución para la construcción de un marco teórico que observe, desde una perspectiva ontológica, los fenómenos implicados en el continuo de la virtualidad, procurando analizar los puntos de intersección y los fenómenos que pueden ser agrupados según los objetivos de análisis, y para configurar líneas de investigación inéditas fundamentadas en la confluencia de fenómenos y la interrelación entre sí. A este respecto, el presente estudio viene configurando un marco teórico elaborado a base de temáticas cuya interrelación se hace preciso incorporar a un proceso de reflexión. Precisamente, parte de los planteamientos heurísticos planteado en el presente y otros estudios análogos persiguen generar líneas de estudio emergentes para encontrar soluciones a problemáticas inéditas, en muchas ocasiones, en apariencia invisibles, o que habían sido abordadas desde puntos de vista que, aunque apropiados, tienen en cuenta las propias limitaciones propias de un proceso de investigación.

Las aplicaciones del presente estudio plantean generar dos líneas claramente marcadas en cuanto a futuras aproximaciones a la temática. Por una parte, continuar en la configuración del marco conceptual que viene siendo descrito en relación a los fenómenos que rodean el continuo de la virtualidad desde una perspectiva de potencial creativo, y englobando el fenómeno del espacio. Ello incorpora muchos otros aspectos relevantes. Frente a este hecho, las aportaciones giran en torno a la búsqueda de la convergencia de fenómenos que se encuentran enmarcados en un conjunto de relaciones emergentes en el que confluyen arte, realidad virtual, realidad aumentada, robótica, procesos creativos, motores de juego y videojuegos, tecnologías hápticas, factores cognitivos, socio-económicos y un largo etc. Ante la dificultad de diseñar estudios que aborden todas estas áreas específicas, pero a su vez desde una perspectiva global, se presenta como ámbito de interés la búsqueda de puntos de intersección entre los fenómenos referidos, por una parte, pero por otra, el abordaje desde una perspectiva macro que permita tener en cuenta el conjunto de fenómenos estudiados, pero a la vez aquellos que potencialmente pueden ser incorporados en futuras experiencias, tanto en el ámbito teórico como en el práctico, y teniendo, de nuevo, en cuenta, las limitaciones.

Para ello, y desde este planteamiento de configuración del marco conceptual, elementos como la semiótica y el estudio de los símbolos (para ser aplicados en ámbitos de la comunicación dentro del diseño de aplicaciones de la realidad virtual y aumentada, por citar un ejemplo), la generación de terminología emergente, a partir de fenómenos observados (igualmente, para definir fenómenos inéditos, o que incluso provienen de

terminología generada en otros idiomas y no han sido incorporados en lengua castellana), se presentan como áreas de investigación relevantes para ser aplicadas en campos emergentes, relacionadas con el espacio virtual y la tecnología. Lo mismo ocurre con la transformación de la narrativa a través de la simulación o la interacción con contenidos de realidad aumentada, o las aplicaciones, en el ámbito científico, que presentan fenómenos relacionados con la creación y las artes, como el *net.art* o el *brainstorming* electrónico, por poner en relieve dos fenómenos abordados con un elevado potencial de aplicación en el ámbito referido.

En referencia a las aportaciones relevantes que realiza el presente estudio en materia de estudio de las temáticas que configuran el marco teórico, se pueden observar las siguientes:

- La confluencia de fenómenos emergentes en áreas de estudio dispares, que encuentran puntos de intersección a medida que se profundiza en la temática. Por ejemplo, los factores económicos, analizados dentro del contexto pueden derivar en el estudio de fenómenos como economía creativa. La robótica, desde cierta perspectiva, puede ser observada bajo parámetros asociados al comportamiento y la psicología, etc.
- La relación entre realidad virtual y procesos creativos se pone de relieve en diversas manifestaciones o aplicaciones que se incorporan al objeto de análisis. De este modo, la realidad virtual (inmersiva o no) se conforma como un lienzo o soporte con características propias, y donde intervienen diferentes factores tales como la experiencia o las narrativas no lineales.
- Las intenciones creativas de los agentes implicados en los procesos en los que se ve involucrada tecnología específica (tales como los motores de juegos), si bien manifiesta una percepción de mejora en lo referente a plasmar sobre un soporte tal idea, sigue presentando limitaciones, si bien la tecnología viene permitiendo, según parte de la literatura científica (Panourgias et al., 2013), acotar el espacio de posibles. Sin embargo, la tensión entre la creatividad y las cada vez menores limitaciones tecnológicas se presenta, de manera camuflada o evidente, a lo largo del proceso de estudio.
- El estudio de los medios fantasmales o phantasmal media viene siendo relevante para plantear la significancia de la interpretación de varios fenómenos que se manifiestan en el espacio digital, donde se configuran los imaginarios, se crean estereotipos, o se explora el poder expresivo de los medios digitales. Ello pone de relieve, nuevamente, que el potencial expresivo de los medios digitales y computacionales es capaz de llegar a configurar parte de los rasgos esenciales de una cultura o un grupo humano específico. Por otra parte, si bien es manifiesto este potencial, la literatura científica y la revisión del marco teórico revelan que existe una parte relevante del potencial que está por utilizarse.
- Las disciplinas STEAM, mismamente si no aparecen categorizadas con el acrónimo con el que se describen a lo largo del presente estudio, sí muestran

una presencia generalizada de manera indirecta en los estudios y ejemplos abordados en el marco teórico. De este modo, gran parte de los ejemplos que son mostrados, mediante la citación de la literatura científica o manifestaciones de fenómenos emergentes, revelan una componente STEAM muy relevante, a través de fenómenos tales como procesos donde se ven implicados perfiles interdisciplinarios. De este modo son revelados en el presente trabajo de investigación un número importante de proyectos donde se observa, de modo directo o indirecto, la convergencia entre arte, ciencia y tecnología, teniendo cada vez este tipo de proyectos un mayor impacto presencial en las áreas de la investigación, educativas, o asociadas a las industrias creativas, por citar algunos ejemplos de aplicación.

- Las aplicaciones de manifestaciones creativas (partiendo en no pocas ocasiones de un fundamento proveniente de disciplinas tradicionalmente enmarcadas en las artes, tales como el graffiti), mediadas por las innovaciones tecnológicas, tienen aplicaciones en campos como la medicina, la reconstrucción del patrimonio histórico-cultural, la búsqueda de nuevos niveles de interacción (aplicables, por ejemplo, para el uso de personas que tienen algún tipo de limitación en la movilidad, visuales o auditivas, por citar algunos ejemplos relevantes). De este modo, la colaboración de perfiles creativo-artísticos y procedentes de las áreas de las humanidades con perfiles del área científico-tecnológica (tal como se viene observando, además, en el apartado anterior), no es solamente un hecho relevante, sino que viene aportando nuevas dimensiones tanto al área de las ciencias categorizadas como duras, como al área de las artes o las humanidades.
- La realidad aumentada viene creciendo exponencialmente desde hace unos pocos años, si bien, tal como refleja la literatura científica expuesta en el marco teórico, no es un fenómeno nuevo, sino que fue acuñado por Caudell y Mizell (1992). Lo que refleja el estudio del marco teórico es una serie de fenómenos recientes que tienen relación con el avance y la disponibilidad de dispositivos tecnológicos ubicuos, condición fundamental para la configuración de escenarios virtuales e información complementaria que se encuentre directamente relacionada con el entorno físico en el que se manifiesta. El avance del software libre y de código abierto (aunque también propietario) ha permitido a la realidad aumentada tener mayor presencia en los ámbitos sociales, educativos, comunicativos o de la investigación. Ello proyecta un escenario en el que se presenta un crecimiento relevante de los ámbitos de aplicación de realidad aumentada, y una mejora del software y los dispositivos.

En cuanto a la observación de los fenómenos analizados, mediante diferentes metodologías (TAM, IMS LD, DBR, etc.), el estudio realiza una serie de aportaciones que es preciso tener en consideración, a los ámbitos de investigación relacionados:

- El modelo de aceptación de la tecnología, junto con otras teorías aproximativas abordadas (como el SCT o el TPB), que miden, por una parte las reacciones individuales en relación al uso de tecnología de la información, por otra, las intenciones y objetivos a la hora de utilizar tecnologías de la información, y en tercer lugar, el uso propiamente dicho de las tecnologías de la información, tiene un elevado potencial de aplicación en lo referente a las tecnologías que se enmarcan dentro del continuo de la virtualidad. De este modo, el continuo de la virtualidad, donde permanentemente se incorporan innovaciones en lo referente a dispositivos y entornos de desarrollo, se configura como un escenario donde la aplicabilidad del TAM, junto con otros modelos de aceptación e incluso aproximaciones de estudio de carácter cualitativo, plantea un proyecto un potencial elevado en lo referente a la capacidad de obtención de conclusiones. En relación a este fenómeno, la aplicabilidad del TAM en tecnologías de realidad virtual y aumentada (pero también de objetos enmarcados en el contexto físico o espacio real), si bien no es un fenómeno inédito, un mayor impacto de la proyección de análisis con dichas herramientas de modelos de aceptación de la tecnología posibilitaría disponer de información técnica en relación a la implantación y la relación de usuario con tales herramientas específicas que permiten procesos de interacción o simulación. Ello supondría también ampliar la capacidad de mejorar y optimizar, por un lado, la tecnología (en lo referente a usabilidad) y su proceso y viabilidad de implantación en según qué contexto, y por otro, proceder a implantar mejoras en el propio procedimiento de análisis y las estrategias de estudio, mediante la aplicación del enfoque pertinente del TAM u otros modelos de aceptación de la tecnología e interacción de los dispositivos a según qué contexto.
- La modelización de escenarios, a partir del análisis de las interacciones y los sujetos y objetos que intervienen en el mismo, si bien no se plantea configurarse como un fenómeno estandarizado, se propone que la visualización a partir de estándares y especificaciones ya aplicados de manera sistemática en otras áreas no tan alejadas en lo referente al contexto, como viene siendo el diseño de escenarios de aprendizaje y el propio diseño de sistemas. Estos estándares que han sido propuestos como punto de partida, como ya se ha visto, son el UML y el IMS LD. Si bien los procesos de los proyectos analizados son procesos dinámicos, se observa la intervención de ciertos agentes específicos que pueden ser categorizados a través de roles, componentes interactivos o el propio espacio. El presente proyecto de investigación plantea una continuidad de la investigaciones relacionadas con este contexto en esta línea, de modo que los estándares y especificaciones aportados permitan establecer dinámicas de visualización y esquematización de procesos de investigación y aprendizaje mediados por tecnologías de realidad virtual, aumentada, videojuegos y motores de juegos, a corto y medio plazo, teniendo en consideración, además el contexto narrativo (para la configuración de historias y experiencias), los

procesos de interacción a partir de tecnologías que incorporen una gama más amplia de los sentidos (teniendo en consideración, por ejemplo, tecnologías de tipo háptico), enriqueciendo con ello las dimensiones a partir de las cuales se diseñan y desarrollan escenarios para el desarrollo de proyectos, para la investigación y la educación, entre otros.

- La creatividad supone una componente relevante, tal como se observa en la literatura científica (expuesta en el marco teórico) y en el posterior estudio de campo de presente trabajo. El potencial de incursión en dimensiones creativas emergentes, que ofrecen las tecnologías enmarcadas en el continuo de la virtualidad, proyecta un número relevante de aplicaciones de estudio. Las técnicas de creatividad, que son confrontadas con las tecnologías de realidad virtual, aumentada, motores de juego, hardware y entornos de programación, se presentan ante una serie de escenarios emergentes, y, en ocasiones, inéditos, donde el continuo de la virtualidad se configura como una serie de escenarios (y no un único escenario) en que la creatividad se ve confrontada con las posibilidades que vienen ofreciendo las tecnologías en este ámbito, y la relación con el espacio.
- Los elementos del continuo de la virtualidad estudiados, si bien se centran en fundamentos relevantes para la comprensión del uso tecnológico de dimensiones del continuo de la virtualidad heterogéneas (es decir, serious games virtuales y videojuegos, motores de juegos, realidad aumentada, hardware y entornos de programación), el presente estudio propone la incorporación de fenómenos que no hayan sido abordados específicamente en el presente trabajo de investigación, debido a limitaciones obvias. La aportación que realiza el presente estudio a este respecto se fundamenta en la propuesta de incorporación, en futuros estudios, de dimensiones no abordadas específicamente en este trabajo (a nivel analítico), tales como las artes visuales, las ciencias del comportamiento o las propias ciencias de la comunicación y la dimensión narrativa, que por otra parte sí que han sido incorporadas al marco teórico.
- El DBR y la investigación-acción presenta una oportunidad sin precedentes a la hora de diseñar e implantar innovaciones en contextos interactivos específicos, no solamente en el área de las ciencias educativas, sino también en procesos de desarrollo de productos en el ámbito de la industria o en los laboratorios experimentales en centros universitarios u otras instituciones. Es por ello que el diseño de innovaciones para un posterior análisis in situ es potencialmente viable, además de en ámbitos educativos, en ámbitos corporativos y relacionados con la investigación, siempre teniendo en consideración metodologías y estrategias de estudio que lo complementen, derivando en procesos de estudio que partan de la triangulación metodológica.



## 9.3. Nuevas Líneas de Investigación





La convergencia de los fenómenos abordados en el presente trabajo de investigación, proyecta, a su vez, la continuidad de estudios relacionados con la realidad virtual a partir de líneas de investigación emergentes, muchas de las cuales ponen en evidencia el desdibujamiento de líneas divisorias entre arte, ciencia y tecnología, incidiendo a su vez en la noción de abordar parte de la investigación como un conjunto de fenómenos observados desde una perspectiva holística. Por ello, el planteamiento de líneas de investigación, a partir del presente estudio, puede encontrarse, por una parte, en la convergencia de fenómenos analizados, de modo que se abren líneas de estudio a partir de la intersección de fenómenos que aparecen, con anterioridad, en la literatura científica y especializada en las diferentes temáticas abordadas. Por otra parte, en la búsqueda de brechas, lagunas (lo que comúnmente se califican como gaps en la investigación), haciéndose patente en la medida que se configura una perspectiva de los fenómenos abordados, de modo que puedan ser visualizadas las carencias en tales ámbitos, lo que permite el establecimiento de perspectivas emergentes para elaborar nuevas líneas de investigación. Una tercera vía para establecer líneas innovadoras de investigación, relacionadas con la temática, es la confluencia de ámbitos que a priori no presentan una relación directa, pero en los cuales son observables, sin embargo, ciertos paralelismos. La búsqueda y hallazgo de tales paralelismos constituye un ejercicio heurístico en el cual se fundamenta la denominación de nuevas problemáticas y el hallazgo de nuevas líneas de trabajo.

Entre las líneas de investigación emergentes<sup>264</sup> que pueden configurarse mediante las aportaciones del presente estudio se encuentran:

- Estudio de fenómenos narrativos en el contexto de la realidad virtual: El fenómeno de la realidad virtual ha propiciado una serie de transformaciones en lo referente a la dimensión narrativa y la construcción de historias y experiencias. La narrativa es objeto por tanto de un proceso de transformación a partir del cual la interactividad permite incorporar perspectivas narrativas no lineales, incrementando de manera exponencial el potencial de generar elementos que conformen la parte implícita de tales narrativas, y extrapolarlos a las interacciones entre usuarios reales.

---

<sup>264</sup> Las líneas de investigación que se presentan a continuación se corresponden con enfoques en los que se observa la convergencia de dos o más líneas, muchas de ellas presentando un carácter más genérico. Así, las líneas de investigación a partir de las cuales se vienen presentando los fundamentos del presente documento, se corresponden con áreas de estudio que tienen en primera instancia una perspectiva genérica, en ocasiones necesarias para hallar la problemática y poner el foco en ella, o encontrar puntos de intersección con áreas de estudio y análisis de carácter transversal. Las líneas de investigación de las que parte el presente estudio, y en las cuales se enmarcan, son, como se observa, de carácter heterogéneo: transmedia, realidad virtual, realidad aumentada, comunicación interactiva y multimedia, educación en entornos virtuales, continuo de la virtualidad, retórica en espacios virtuales, aplicaciones prácticas del arte de los nuevos medios, etc.

- Estudio de generación retórica, semiótica, significados y lenguajes emergentes en los ámbitos de la realidad virtual y aumentada: parte de las áreas de estudio que abordan los diversos grados de realidad-virtualidad en el continuo se centran en los aspectos técnicos (Hawkins, 1995, Mohd et al., 2011), por una parte, y en las aplicaciones de la AR y VR en áreas de diversa índole, como la accesibilidad (Hughes et al., 2009) o las ciencias de la salud (Gregg y Tarrier, 2009) o los procesos comunicativos interpersonales (Palmer, 1995). Sin embargo, y teniendo en cuenta estos aspectos, se plantea desde tal estudio continuar las aproximaciones desde las áreas relativas a las humanidades, como ya postularon Lanier (1992) y Biocca y Levy (1995) en su momento, incorporando los factores relativos a la evolución tecnológica que lleven a cabo al análisis y desarrollo de nuevos lenguajes y medios de expresión, poniendo de relevancia los aspectos retóricos y simbólicos.
- La influencia de la tecnología virtual y aumentada, y su relación con el espacio, en la construcción del conocimiento y el desarrollo de ideas. Desde el punto de vista epistemológico, la incorporación de fenómenos emergentes relacionados con el rango de posibilidades, que van desde el espacio físico a la realidad virtual, presenta un crecimiento exponencial. De este modo, a medida que se van produciendo avances tecnológicos (desde el punto de vista de la inmersión, la simulación, la interacción, e incluso, la complejidad de las narrativas en escenarios no lineales), el rango de posibilidades para el estudio y el desarrollo de escenarios donde se produzca una interacción con los contenidos se incrementa. Por otra parte, desde una perspectiva constructivista<sup>265</sup>, el escenario que proyecta el conjunto de tecnologías abordadas abre numerosas posibilidades en lo referente a la configuración de líneas de investigación que pongan el foco en el potencial de la tecnología para impulsar del desarrollo de proyectos basados en estrategias que permitan al agente implicado llevar a cabo el proceso de materialización de ideas.
- La creatividad en el escenario de evolución de la tecnología y la transformación del espacio: esta propuesta se constituye como una de las piedras angulares del presente estudio, planteando el potencial que ofrecen los rápidos avances tecnológicos para la incorporación de dimensiones inéditas en los ámbitos de la

---

<sup>265</sup> A lo largo del presente estudio, la referencia a los enfoques constructivistas se proyecta específicamente desde el punto de vista de las ciencias de la educación. Este planteamiento no invalida, tal como se aclara a lo largo del presente estudio, otras aproximaciones en lo referente a las metodologías de aprendizaje (que por otra parte ya vienen siendo objeto de estudio por parte de las ciencias de la educación, lo cual no constituye el eje central del presente trabajo). Lo que se viene analizando en el presente estudio es, entre otros factores, el potencial de la tecnología enmarcada dentro del continuo de la virtualidad, desde el hardware libre y la robótica en el espacio físico, hasta los metaversos y entornos de realidad virtual, para producir fenómenos que tengan como resultado procesos constructivistas, en ámbitos como la educación o las industrias creativas. El enfoque constructivista también adquiere importancia en lo relativo al carácter experimental que se viene dando de manera implícita en los entornos experimentales analizados.

creatividad y el desarrollo de ideas. De este modo, la simulación, la inmersión, y la multiplicación de las posibilidades de interacción que ofrece el continuo de la virtualidad se proyectan como un escenario con un elevado potencial de transformar la relación entre el individuo y el desarrollo de ideas. No obstante, se insiste, desde el presente estudio, en el potencial de las perspectivas teóricas y aplicaciones prácticas de la creatividad planteadas en la primera parte del marco teórico (el que trata específicamente sobre las teorías aproximativas de la creatividad)

- Estudio de la convergencia entre fenómenos enmarcados dentro del espacio físico y las nuevas dimensiones que aportan acciones como la simulación, la inmersión, y la interacción, en los ámbitos de la comunicación y la teoría de la información. La simulación permite, de este modo, reproducir parte de las condiciones de los entornos físicos en entornos virtuales para trabajar en condiciones de seguridad. Si bien es cierto que hasta hace relativamente pocos años la simulación se encontraba enmarcada dentro de entornos específicos<sup>266</sup>, debido al elevado coste de las herramientas y el desarrollo, el proceso de transformación de los dispositivos permite, en el presente contexto, explorar el potencial de la simulación en ámbitos heterogéneos. El carácter heterogéneo y diverso de los ámbitos de aplicabilidad potencial de tales tecnologías precisa, dentro de esta línea de investigación, investigar la naturaleza del propio ámbito que se quiere simular o para el que se quieren diseñar elementos interactivos fundamentados en el mundo virtual, lo que no solamente precisa un abordaje del desarrollo tecnológico propiamente dicho, sino del estudio del escenario y la experiencia desde áreas del conocimiento diversas, tales como las ciencias de la información y la comunicación, así como las ciencias de la educación y las ciencias sociales<sup>267</sup>.
- Aproximación a la configuración de experiencias y narrativas innovadoras a partir de la interacción con el espacio y la realidad aumentada: Desde el punto de vista de las ciencias de la información y de la comunicación, así como de las disciplinas relacionadas con las artes, el estudio de los nuevos lenguajes de comunicación surgidos al amparo del continuo de la virtualidad muestran un fenómeno de confluencia entre nuevas formas de expresión con una base tecnológica relevante dan lugar a la configuración de experiencias innovadoras (y en muchas ocasiones con un mayor grado de realismo) y la creación de historias adaptadas a dichos medios de expresión emergentes, reiterando el

---

<sup>266</sup> Los simuladores de vuelo vienen evolucionando desde los primeros años del siglo XX aunque el desarrollo de entornos virtuales para la creación de simuladores es, obviamente, posterior, siendo los primeros sistemas electrónicos desarrollados en los años 60.

<sup>267</sup> Así, el diseño de una experiencia de simulación para adquirir habilidades y competencias de comunicación será evidentemente diferente de aquella para simular dispositivos robóticos (por citar dos ejemplos paradigmáticos), interviniendo diferentes agentes y áreas del conocimiento.

papel relevante que juega el espacio, especialmente en el ámbito de la realidad aumentada.

- Estudio de la convergencia y las áreas de intersección entre la programación (como una forma de *virtualización* del lenguaje y los comandos, de forma que sea comprendido por los dispositivos), la robótica y el hardware libre (en la medida en que permiten ejercer una influencia directa sobre elementos que conforman el espacio físico), los motores de juego y los videojuegos (lo que permite desarrollar a su vez entornos para la simulación y fenómenos narrativos no lineales) y la realidad aumentada (permitiendo estudiar la relación entre la información producida y el espacio físico).
- Estudios de las teorías de la información y la comunicación en ámbitos de realidad virtual y aumentada. El continuo de la virtualidad se configura como un campo experimental para explorar áreas emergentes relacionadas con las teorías de la comunicación, en la medida en que a través de la inmersión (la cual presenta diferentes grados en la realidad virtual), la simulación, o la interacción con el medio se presentan nuevas dimensiones teóricas y enfoques empíricos para el estudio de los diferentes niveles de comunicación.
- Estudio, a nivel retórico y filosófico, de los binomios entre realidad y virtualidad, los grados intermedios (realidad mixta, realidad aumentada, virtualidad aumentada), y los elementos simbólicos y retóricos que lo componen, para la reflexión y la configuración de escenarios donde se materialicen las experiencias que conforman el continuo de la virtualidad. En referencia a esto, las aproximaciones relativas a la filosofía y el pensamiento de la tecnología deben plantear los interrogantes en lo referente a usos emergentes de la propia tecnología y anticipar, o al menos, configurar, escenarios en los que el continuo de la virtualidad se configure como generador de nuevos lenguajes y modos de comunicación, teniendo presente la capacidad de generar experiencias en el usuario, las cuales conlleven un determinado grado de realismo, y permitan incorporar, a su vez, la dimensión afectiva.

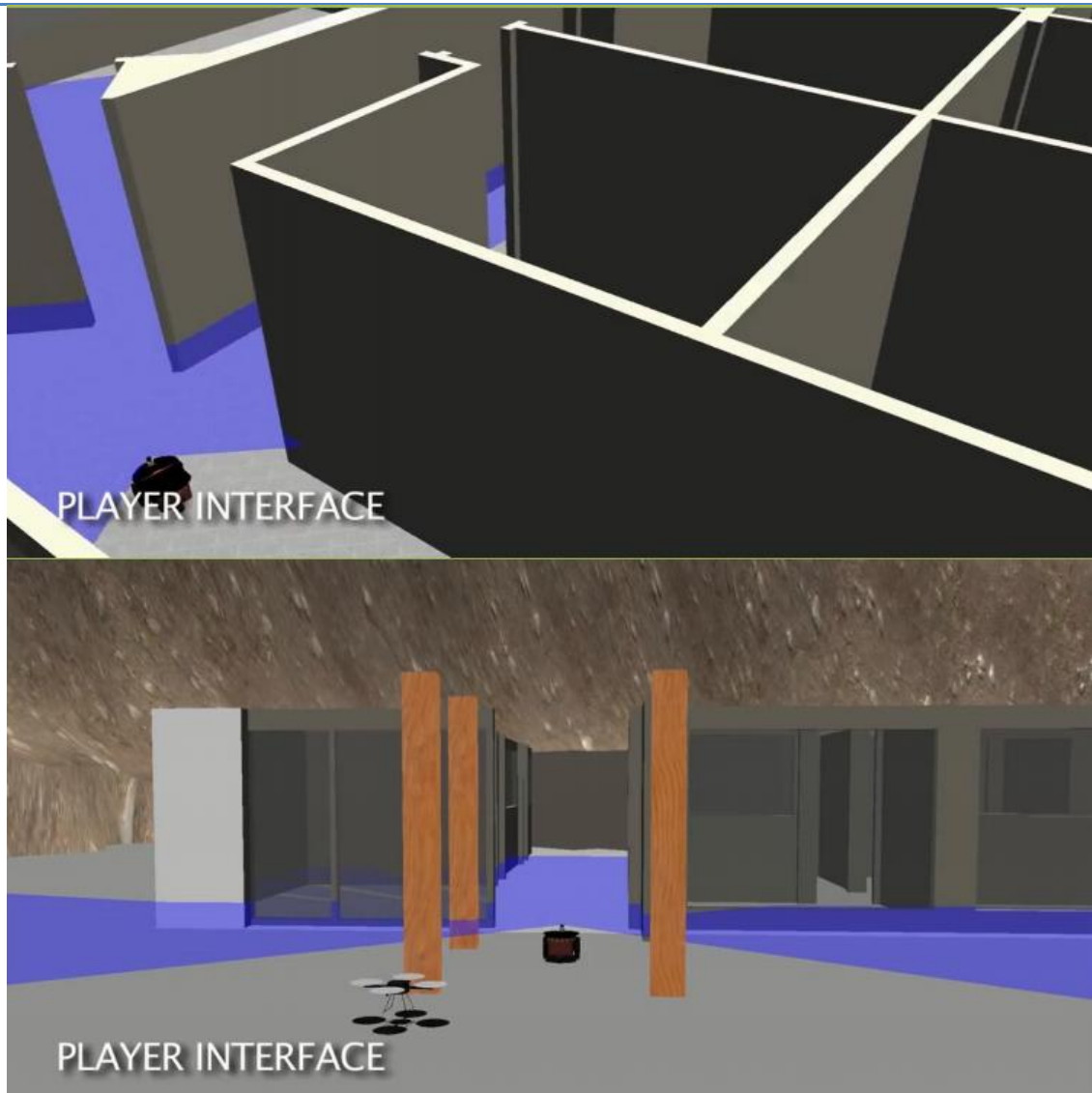


Figura 86. Simulador Gazebo: Proyección de un entorno virtual para la prueba de dispositivos robóticos.

Captura de pantalla de proyecto realizado con el simulador Gazebo. Gazebo Simulator tiene por objetivo proyectar, en un entorno virtual, el diseño preliminar de dispositivos robóticos antes de llevar a cabo el desarrollo final del mismo en el espacio físico. La simulación de fenómenos que se encuentran relacionados con la propia tecnología, dentro del espacio físico, como la robótica, configura un escenario en el que la aplicabilidad de los entornos virtuales tiene un potencial de implantación elevado, en lo relativo a que cada vez más fenómenos tienen el potencial de ser simulados y/o virtualizados. Recuperado en 2015-01-12 de <http://gazebosim.org/>



## 10. APLICACIONES





## 10.1. Transferencia de Conocimiento





La observancia de los fenómenos implicados, en relación al ámbito del continuo de la virtualidad, presenta un conjunto de perspectivas que ponen de manifiesto los factores que intervienen en el desarrollo de nuevas teorías y la configuración y el diseño de nuevos entornos, nuevos dispositivos, y nuevas experiencias. El área de las ciencias de la información y la comunicación juegan un papel fundamental en el diseño de tales experiencias y los escenarios, más allá de los factores puramente tecnológicos. Lo mismo ocurre con los ámbitos del conocimiento relacionados con las disciplinas artísticas, con la creatividad, o con las ciencias de la educación. Este escenario complejo en el que la tecnología, la ciencia y el arte encuentran vías de confluencia no es unidireccional, sino que presenta un elevado grado de complejidad según la perspectiva desde la cual sea abordado. En referencia a esto, los ámbitos de aplicabilidad de los estudios fundamentados en base a líneas de investigación que incorporan aproximaciones al continuo de la virtualidad, son numerosos, encontrándose muchos de ellos poco abordados en la literatura científica.

De este modo, un escenario en el que la convergencia de áreas del conocimiento, en ámbitos educativos y para el desarrollo de proyectos, adquiere un enfoque interdisciplinar (en lo que se viene categorizando como STEAM en el presente trabajo de investigación), presenta a su vez múltiples áreas de actuación y aplicación, de manera que el conocimiento incorporado, en un ámbito concreto referente al objeto de estudio, se plantea como un fenómeno transversal que adquiere la capacidad de ejercer un impacto en un gran número de ámbitos de aplicabilidad.

De este modo, los enfoques relativos a fenómenos enmarcados dentro el continuo de la virtualidad presentan, en no pocas ocasiones tal fenómeno de convergencia entre arte, ciencia y tecnología, donde la permeabilidad del conocimiento suele trascender áreas de estudio diversas. En el contexto actual, los escenarios que se configuran para el desarrollo de proyectos, en el ámbito de las industrias creativas, en la investigación o en la educación proyectan una fusión de parámetros entre las ciencias duras, la tecnología, las artes, las ciencias sociales, la comunicación, y las humanidades, contribuyendo a construir el marco teórico del contexto STEAM.

Así, los estudios que reflejan la fusión entre áreas del conocimiento como el arte y la ciencia ya vienen siendo desarrollados en las últimas décadas, pudiéndose observar terminología en forma de amalgama que sirve para denominar manifestaciones que combinan, por una parte, y tal como se viene observando, las áreas de estudio que corresponden al ámbito de las artes y las humanidades, sin olvidar la inclusión de las ciencias sociales, y por otra, las denominadas ciencias duras, dando lugar, dentro de los ámbitos de desarrollo de aproximaciones a la confluencia de tales fenómenos, exponentes como el *sci-art*<sup>268</sup>, la creación de laboratorios de bio-arte, o las

---

<sup>268</sup> Que combina los vocablos ciencia (science en inglés) y arte (art). Dos de las instituciones más relevantes que trabajan en este ámbito son el Sciart Center de Nueva York (Recuperado en 2015-02-20 de <http://www.sciartcenter.org/>) o la publicación Sciart in America (Recuperado en

neurohumanidades, entre otros fenómenos (Sturbin, 2013). Este hecho es relevante, ya que desde esta perspectiva, se proyectan parte de los modelos y escenarios en los que se observa el fenómeno en los que el arte se sirve de la ciencia y la tecnología para proponer nuevos medios de expresión, y a su vez la ciencia y la tecnología incorporan fenómenos del conocimiento propios de las ciencias humanas, las ciencias sociales o las artes para mejorar los procedimientos y las aplicaciones de los avances producidos. En realidad, el escenario que se describe en el presente trabajo de investigación contribuye a dar una vuelta de tuerca a la tendencia que viene siendo reflejada en gran parte de la literatura científica y en las estrategias emergentes en el ámbito de la educación y el desarrollo de proyectos: la disociación entre los ámbitos de la ciencia, la tecnología, las artes y las humanidades se hace cada vez más difícil, presentándose una serie de fenómenos que ayudan a configurar lo que viene ser un nuevo paradigma o un conjunto de nuevos paradigmas, en el que la integración de diferentes áreas del conocimiento y la incorporación de los factores que permiten desarrollar ideas y contribuir a la elaboración de parte del proyecto y la participación activa, se constituye como una realidad cada vez más presente en ámbitos como el espacio educativo, la investigación o las denominadas industrias creativas (Graham, 2004, Hartley, 2005, Duch y Pilichowski, 2007, Colton et al., 2011, Hemlim et al, 2013).

La transferencia de conocimiento que proyecta el presente trabajo de investigación tiene como punto de referencia tal escenario de convergencia desde una perspectiva STEAM, poniendo énfasis en el potencial que ofrecen las tecnologías y los procedimientos abordados y analizados en el presente trabajo de investigación para ejercer un impacto relevante en un amplio repertorio de entornos, metodologías y ámbitos sociales y del conocimiento. De este modo, la transferencia de conocimiento, que se fundamenta en el uso del conocimiento generado en un ámbito universitario o grupo de investigación, por parte de un tercer agente implicado (como un colectivo social concreto, una entidad pública o privada, o una institución, e incluso una sociedad), proyecta la generación de un impacto relevante en un ámbito determinado, ya sea social, económico o científico. La transferencia de conocimiento se constituye, por lo tanto, como la adaptación de los resultados de una investigación a ámbitos que van a utilizar parte de tal conocimiento generado para fines concretos.

La industria, los diferentes agentes sociales, provenientes de diversas áreas del conocimiento y la investigación, son parte de los destinatarios de la información y el conocimiento generados, mediante la observación de fenómenos y el planteamiento de teorías que posibiliten describir los fenómenos que acontecen<sup>269</sup>, con el fin de diseñar

---

2015-02-20 de <http://www.sciartinamerica.com/>), que colabora a su vez con el propio Sciart Center.

<sup>269</sup> Si bien es cierto que la generación del conocimiento es llevada a cabo por múltiples agentes sociales, más si cabe teniendo en cuenta la democratización del acceso al conocimiento que posibilita la tecnología desde la primera década del siglo XXI. La universidad no es sino uno más de los agentes de producción y generación de conocimiento, si bien se hace necesario destacar

modelos que posibiliten una transformación que termine ejerciendo un impacto que permita observar resultados tangibles.

Los procesos, mediante los cuales el presente trabajo de investigación proyecta una transferencia de conocimiento a ámbitos concretos, son enumerados a continuación en el presente trabajo:

- El diseño de escenarios para la investigación, la configuración de espacios para recrear entornos de educación innovadores, o a ideación de procesos para generar ideas o desarrollar productos, ya sea en el ámbito del I+D+i o la propia industria, precisan de modelos en los que sean categorizados los agentes que se ven involucrados en los procesos. De esta manera, el diseño de escenarios específicos, articulados para el ámbito de la innovación (a partir de diferentes aproximaciones) incorpora una aproximación para estructurar los agente involucrados (escenarios, roles, objetos usados, recursos tecnológicos), incorpora modelos de estructuración ya aplicados en otros ámbitos, como son el UML o el IMS LD (que utiliza, además, la metáfora del teatro). Esto es especialmente relevante en los ámbitos de la realidad virtual y la realidad aumentada, ya que son dos de las áreas principales áreas a las que va destinado el presente estudio, sin obviar otras que a menudo conforman fenómenos transversales.
- Los fenómenos abordados en el presente trabajo de investigación conforman cinco áreas tecnológicas significativas, tal y como se viene observando. La realidad virtual, la realidad aumentada, los serious games virtuales (incluyendo los videojuegos), el hardware (poniendo énfasis en el hardware libre y la robótica) y los entornos de desarrollo de programación (lo que incorpora los SDK) se constituyen como ámbitos en los que la creatividad y las disciplinas que tienen relación con las artes, las humanidades, pueden ejercer un impacto significativo. Tal como se viene observando, la presencia de las técnicas de creatividad, si bien en algunos casos tiene un impacto limitado, se hace patente en los laboratorios y medialabs en los que además el factor tecnología se encuentra presente. Por ello, desde el presente trabajo de investigación, se plantea profundizar en la incorporación, en diferentes ámbitos de un espacio para la reflexión y la generación de ideas que contribuya al aprovechamiento de los recursos tecnológico disponibles, más si estos se configuran como recursos de fácil acceso y coste relativamente bajo.
- Parte de la configuración de los entornos inmersivos e interactivos en el futuro inmediato pasan por el estudio de fenómenos tecnológicos que tienen una relación directa con el continuo de la virtualidad. No obstante, el desarrollo de entornos en los que los factores como la simulación, la inmersión, la virtualización de los contenidos o las nuevas dimensiones de interacción tengan

---

las particularidades del ámbito universitario, ya que el ámbito propiamente dicho de la investigación, constituye uno de los destinatarios de parte de los resultados obtenidos en la presente investigación.

un papel fundamental, precisan incorporar fenómenos como la comunicación, las teorías de la información, las perspectivas relacionadas con las artes o teorías emergentes que parten, por ejemplo, de paradigmas relativamente recientes en la construcción de narrativas, siendo las narrativas de carácter no lineal las que marcan el punto de inflexión en el cual se configura la naturaleza de la interacción.

- La incorporación de metodologías, estrategias, y procesos observados en los medialabs, si bien no son completamente extrapolables a otros ámbitos, sí que se plantea desde el presente estudio considerar una serie de factores que puedan ser aplicados a los ámbitos de la investigación universitaria, por una parte, y al contexto de la industria, por otra. Esto quiere decir que, si bien la naturaleza del medialab es compleja y difiere de cada entorno concreto (lo que lo hace, por otra parte, más interesante), se argumenta desde el presente estudio que ciertos factores pueden tener un impacto positivo en el momento de ser incorporados a los ámbitos referidos.
- La simulación se presenta como un fenómeno multidireccional y complejo, que implica la consideración de una serie de factores relevantes. De hecho, se viene argumentando que la simulación en entornos virtuales viene siendo, desde los años 90 del siglo pasado, un fenómeno cuya aplicación se limitaba a casos muy específicos, como simuladores de vuelo o para maniobras militares. El desarrollo de las tecnologías de realidad virtual y aumentada, además de abaratar costos relativos al ámbito tecnológico, han proliferado en espacios ubicuos, de manera que la aplicabilidad ha supuesto una importante transformación en el ámbito teórico. El ámbito teórico de la simulación y la interacción requiere por tanto procesar las innovaciones en las áreas del conocimiento relacionadas con la narrativa, el diseño de experiencias, la estructuración de los componentes del espacio (en roles, agentes activos y pasivos, objetos, escenarios e incluso actos) o la configuración de esquemas conceptuales que describan los fenómenos y los procesos para posteriormente reproducirlos en otras condiciones. En referencia a esto, la generación de modelos que permitan adaptarse a diferentes ámbitos de la simulación, y que tenga en cuenta la naturaleza heterogénea de los entornos y contextos que a día de hoy contienen un elevado potencial de tal factor (con entornos simulados autónomos<sup>270</sup> o semi-autónomos<sup>271</sup>), el estudio de componentes transversales para optimizar las estructuras y los esquemas de un entorno simulado destinado para su aplicabilidad en diferentes áreas. Explicado

---

<sup>270</sup> Sin intervención directa del diseñador u otro agente que no sea el usuario, salvo para la incorporación de mods y mejoras.

<sup>271</sup> De carácter autónomo la mayor parte del tiempo pero que precisa de la intervención humana para desarrollar ciertas funciones. Por ejemplo, en un simulador teórico en el que la finalidad consista en desarrollar habilidades de negociación va a ser diferente de uno en el que el foco sea puesto en el desarrollo de competencias técnicas, como el aprendizaje del manejo de una tecnología o dispositivo determinados.



de otro modo: el desarrollo de un simulador para potenciar el desarrollo de ciertas habilidades cognitivas tendrá una configuración diferente de uno que esté destinado a potenciar habilidades relacionados con aspectos del comportamiento social, interviniendo, en ambos casos, diferentes áreas del conocimiento, y presentando una configuración conceptual diferente, a la hora de abordar los modelos de *simuladores teóricos*. A este respecto, la configuración de simuladores teóricos antes de llevar a cabo el desarrollo requiere la intervención de múltiples áreas del conocimiento, así como de un grado elevado de desarrollo de teorías aproximativas en el conocimiento de la tecnología.

- La aplicabilidad para entornos ubicuos de tecnología que suele ser comúnmente aplicada en entornos situados, se presenta como parte del objeto de reflexión del presente estudio, que proyecta una transferencia de conocimiento de los ámbitos abordados para la generación de escenarios que reflexionen en torno al carácter cada vez más ubicuo. De este modo, escenarios y entornos que han formado siempre parte del contexto situado, son ahora objeto de estudio en relación a los múltiples procedimientos que existen para llevar a cabo su ubicuidad. Para ilustrar este fenómeno, se cita como ejemplo el surgimiento de conceptos tales como los *juegos pervasivos*, que consisten fundamentalmente en incorporar los elementos propios de los videojuegos al espacio físico mediante tecnología que mayoritariamente se fundamenta en la realidad aumentada. Las personas del espacio físico, con la mediación de dispositivos tecnológicos y acceso al espacio virtual mediante realidad aumentada, desarrollan misiones e interactúan con el propio entorno real. La proliferación de dispositivos facilita a su vez la ubicuidad de parte de los fenómenos estudiados. Esto quiere decir que, al igual que el fenómeno de los juegos pervasivos, otros fenómenos que comúnmente se encuentran enmarcados dentro de los espacios situados son susceptibles de incorporar un potencial de ubicuidad, ejerciendo los estudios relacionados con la creatividad, los ámbitos de la comunicación y la información, así como las artes y las ciencias sociales, un rol importante en dicho proceso de transformación.
- La propuesta de modelos para el desarrollo de ambiente ubicuos incorpora tanto las áreas relacionadas con la computación como con los aspectos próximos a las ciencias humanas y sociales, incorporando la dimensión creativo-artística. De este modo, el conocimiento del entorno y del medio van a permitir a su vez una mejor aproximación desde el punto de vista del desarrollo de la tecnología, lo que va a posibilitar una optimización en la migración, en muchas ocasiones, de lo situado a lo ubicuo, siempre que sea viable y/o pertinente. Esto significa, también, que el desarrollo de modelos para la categorización de escenarios donde interviene, en algún grado, la virtualidad, tendrá muy presente el contexto tecnológico y las limitaciones propias de la implantación de los dispositivos en un ámbito concreto, pero también los factores ergonómicos, cognitivos, sociales

o espaciales que definan las características propias de tal entorno. No obstante, se hacen precisos estudios aproximativos que impliquen el desarrollo de modelos para facilitar el proceso de desarrollo de escenarios, tanto ubicuos como situados, y que incorporen algún grado determinado de información proveniente del espacio virtual. A este respecto, se vienen presentando lo que se denomina el *modelado conceptual de usuarios* (González y Echeverri, 2011), para el diseño de experiencias de los usuarios y su relación de la información en sistemas pervasivos-ubicuos.

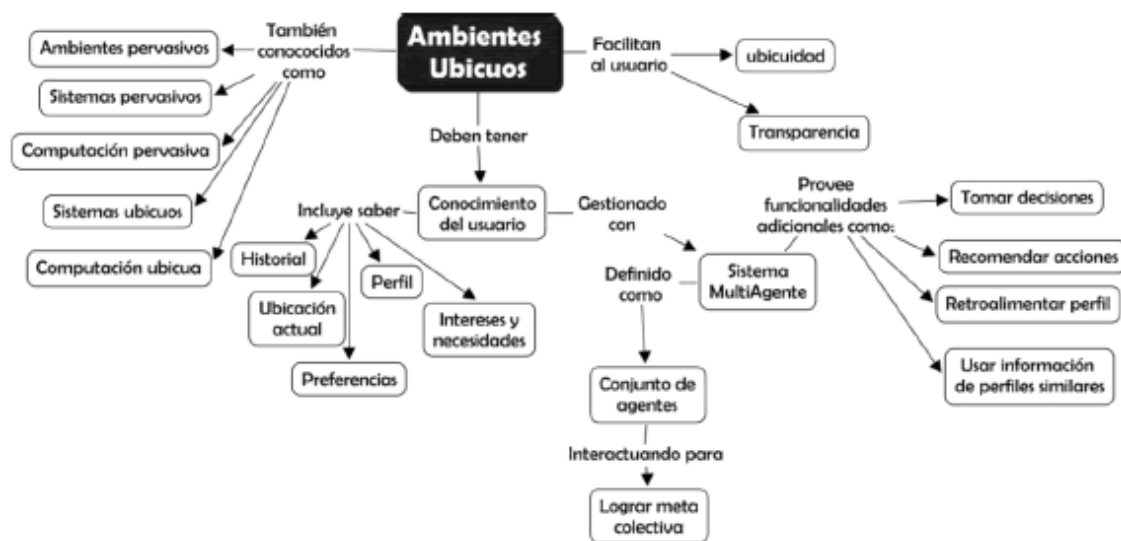


Figura 87. Modelo conceptual del funcionamiento de los ambientes ubicuos y su relación con el entorno y el usuario.

Modelo conceptual desarrollado por González y Echeverri (2011) que permite visualizar el funcionamiento y las interrelaciones entre los componentes relativos al entorno, el ambiente y el carácter ubicuo del mismo, de modo que sea más accesible formular conceptos abstractos, e ilustrarlos, para generar modelos de entornos cuyo proceso de abstracción sea accesible. El presente ejemplo ilustra la importancia de las aproximaciones y la construcción teórica de los conceptos para la incorporación, desarrollo e implementación de tecnologías innovadoras en entornos inéditos (tales como la aproximación a la tecnología pervasiva), remarcando la importancia de profundizar en el desarrollo y perfeccionamiento de modelos conceptuales en el que intervengan los ámbitos de las ciencias de la comunicación y las humanidades.

- Para cerrar el presente capítulo, la transferencia del conocimiento también proyecta la aplicabilidad de la creatividad y el surgimiento de nuevas relaciones entre la creatividad y el ámbito tecnológico, a medida que esta evoluciona de forma exponencial. A este respecto, y en un entorno de convergencia que combina una transformación del espacio (físico, mixto, virtual) con una evolución y proceso de migración tecnológica (de espacio situados a espacios ubicuos), la creatividad proyecta encontrar nichos emergentes de intervención y aplicabilidad, teniendo lugar un proceso de evolución de la misma, en el que se

incorporan los componentes que estudian la relación entre la creatividad y los entornos virtuales y computacionales, como la creatividad computacional.

## 10.2. Ámbitos de Difusión



Las aplicaciones del estudio del continuo de la virtualidad, en su relación con el ámbito creativo, la aplicabilidad en la educación y la investigación, así como con el desarrollo de nuevas dimensiones narrativas, conceptuales, y comunicativas a raíz de la transformación del entorno (a partir de la virtualización de parte de dicho espacio) y la incorporación de nuevas formas de interacción, poseen un elevado potencial para ejercer una influencia en una amplia gama de escenarios, dentro contextos como el socio-económico, el educativo o el tecnológico, encontrándose entre los principales ámbitos de potencial difusión.

Por una parte, la incorporación de lenguaje proveniente de los ámbitos tecnológicos, junto al fenómeno de abstracción que aportan las dimensiones simbólica y retórica, ejerce un impacto significativo en los ámbitos de las ciencias de la información y la comunicación. La elaboración de constructos teóricos, bien a partir de vocabulario emergente, bien de vocabulario proveniente de ámbitos tecnológicos, o de conceptos que se encuentran en la literatura científica y cuya dimensión ontológica se encuentra en proceso de elaboración e incorporación de otras teorías (incluso algunos que carecen todavía de trayectoria descriptiva en lengua castellana<sup>272</sup>), proviene de las transformaciones observados en el ámbito de la tecnología y de las interacciones con las diferentes dimensiones del continuo de la virtualidad. Pero también tiene relevancia el fenómeno observado en sentido opuesto: la construcción y elaboración de terminología, imaginarios, semiótica, y retórica, entre otros aspectos teóricos, ejercen una influencia en la configuración de los espacios virtuales y físicos, en el diseño de la interacciones, y en el impacto que tiene finalmente la propia tecnología, al igual que la ciencia ficción (en la literatura y en el cine, por citar sólo dos ejemplos), ejerce una innegable influencia en el conocimiento científico.

---

<sup>272</sup> Uno de los propósitos del presente trabajo de investigación es realizar tentativas aproximativas a fenómenos emergentes relacionados con el continuo de la virtualidad, muchos de ellos provenientes de la literatura científica en ámbitos internacionales, que suele ser, en la mayoría de los casos, en lengua inglesa. Desde este trabajo se revela la necesidad de otorgarle una continuidad a la línea de configuración de terminologías y conceptos de reciente incorporación, a partir de la evolución paralela de las tecnologías, los entornos, y el diseño y funcionalidad de los propios dispositivos de interacción. Tal configuración de los aspectos formales del vocabulario, tiene en parte la finalidad de realizar aportaciones relevantes en los ámbito d investigación y difusión internacionales, a la vez que elaborar una serie de constructos teóricos a partir de las diversas realidades que provienen de una confluencia de ámbitos de estudio diferentes, teniendo en cuenta, a su vez, la importancia de los factores particulares de cada ámbito geográfico o realidad social, económica o cultural. La importancia de una retroalimentación entre los diferentes ámbitos y realidades lingüísticos, sociales, culturales o tecnológicos forma parte de las aproximaciones al terreno que el presente trabajo pretende abordar, de manera que la elaboración de constructos teóricos, imaginarios y conceptos, se conforme como un fenómeno de intercambio entre nuestro idioma con otras realidades, en lo que sin duda aporta nuevas dimensiones a la mencionada elaboración de conceptos.

Así, el presente documento encuentra numerosos ejemplos de terminología cuyo constructo teórico viene siendo elaborado recientemente, y es susceptible de incorporar todavía nuevas dimensiones, al ser incorporados en nuevos ámbitos de difusión.

El propio término de continuo de la virtualidad se puede observar bajo en engranaje de un permanente proceso de construcción, tanto desde el punto de vista de los avances de la propia tecnología (en lo referente a los dispositivos de realidad virtual y aumentada) como desde la perspectiva que incorpora las concepciones y relaciones emergentes con el espacio. Debido precisamente a su carácter de continuo, existen numerosas lagunas que no han sido exploradas, sobre todo en los nodos de comunicación entre el espacio físico y la información virtual. Por ejemplo, si bien el desarrollo de las tecnologías y aplicaciones de realidad aumentada viene siguiendo una progresión in crescendo, el terreno que aún no ha sido explorado en relación a este ámbito revela, en la segunda década del siglo XXI, un potencial importante para continuar en el búsqueda de niveles emergentes de interacción entre el usuario, el espacio físico y el virtual, que permitan desarrollar nuevas funciones y aplicaciones e imaginar nuevos escenarios. En lo referente a la aplicabilidad de la tecnología, al tratarse el continuo de la virtualidad de una línea, desde la perspectiva de las primeras aproximaciones al marco teórico (Milgram y Kishino, 1994), ininterrumpida, el potencial para encontrar nuevas fallas y territorios intermedios que puedan ser explorados es elevado. En esta situación también se encuentra la virtualidad aumentada, cuyo discurso retórico no viene siendo de abordaje reciente por parte de la literatura científica, reflejando todavía un número escaso de referencias de aplicaciones prácticas, aunque la búsqueda de problemáticas desde los puntos de vista tecnológico y conceptual pueden explorar el potencial de aplicaciones y áreas de difusión de este nivel de realidad del continuo. Por ello, el potencial de aplicar los conocimientos adquiridos en este ámbito no se limitan a los contextos de la realidad virtual y aumentada, sino que vienen siendo aplicados en los ámbitos de la medicina y las ciencias de la salud (Gregg y Tarrier, 2007, Duarte et al., 2014), la educación (Hughes et al., 2008, Yengin, 2011) o la economía y la cultura (Castronova, 2001, 2005). Estos ámbitos genéricos de difusión, si bien han sido expuestos con anterioridad en el presente trabajo de investigación, incorporan contextos específicos en los cuales el ámbito tecnológico y procesual analizados así como el planteamiento de modelos, pueden ejercer una influencia significativa en áreas de estudio también en ámbitos concretos,

El término medialab (proveniente de *laboratorio multimedia*)<sup>273</sup>, por su parte, viene siendo abordado para definir espacios de creación e innovación con la tecnología, los cuales poseen además unos rasgos y particularidades que no obstante incorporan un elevado grado de flexibilidad. Los fenómenos relativos a la creación y la experimentación se conforman, no obstante, los ejes centrales de tales entornos, convirtiéndose en no pocas ocasiones en espacios de producción del conocimiento y

---

<sup>273</sup> Una serie de aproximaciones a su definición y características vienen extendidas en la sección relativa al glosario y la terminología.

que aportan a su vez reflexiones y soluciones en ámbitos diversos de difusión, desde el urbanismo hasta la sostenibilidad o el acceso y promoción de tecnologías de código abierto, sin olvidar la experimentación artístico-tecnológica o las aproximaciones emergentes en lo que a metodologías de producción del conocimiento y aprendizaje se refiere. La consolidación de grupos de trabajo que deciden experimentar en el ámbito de la creación con tecnologías configura parte del escenario artístico-tecnológico-científico-educativo emergente de la segunda década del siglo XXI, lo incorpora el fenómeno de aplicabilidad potencial de las innovaciones y, también, conceptos y escenarios<sup>274</sup>, que conforman uno de los ejes fundamentales de acción de estos espacios. La noción de medialab incorpora, además, la idea de entorno simulado (aunque a menudo físico) en el que se pueden llevar a cabo experiencias fuera del ámbito de la educación formal, por una parte, de la creación artística que pueda tener restricciones técnicas o comerciales, por otra, y la investigación y experimentación con tecnologías, a menudo de bajo coste, y en entornos que permiten desarrollar esa experiencia en entornos seguros<sup>275</sup>, sin olvidar la aportación que generan en el ámbito de las industrias creativas, pero eliminando el factor de presión comercial que lleva intrínseco el ámbito de la industria y corporativo. A raíz de esto, la construcción tanto conceptual como sobre el terreno de los medialabs permite plantear una serie de transformaciones que ya se están llevando a cabo en los ámbitos de las artes, la educación, la ciencia, la tecnología, o la industria, para fomentar y proyectar el desarrollo de entornos experimentales que tengan en cuenta el factor espacial, involucren proyectos colaborativos y tengan un elevado impacto en el uso tecnológico, poniendo especial énfasis en el conocimiento de las particularidades del binomio virtual-físico. De este modo, la proyección del presente trabajo, en línea con publicaciones recientes que abordan la temática desde perspectivas heterogéneas –pero con unos denominadores comunes fundamentales- (Michinov y Promois, 2005, Hussain et al., 2010, González Áspera y Chávez Hernández, 2011, Pagés et al. 2011, Guimarães Jr. Et al., 2014, Schrage, 2014), es fomentar la reflexión en torno a modos de evaluar los procedimientos para implantar algunas de los modos de funcionamiento y aproximaciones a la tecnología, de los medialabs en entornos relacionados con la educación, con la investigación y el desarrollo, o con la industria y los nuevos paradigmas en un espacio económico emergente. Pero también en entornos donde a priori no se hayan generado líneas de investigación y procesos de reflexión, y que podrían evaluar la viabilidad de implantar factores como el trabajo colaborativo o la

---

<sup>274</sup> Muchos de los proyectos planteados en los medialabs tienen un enfoque filosófico, que replantea la función y el rol de la tecnología digital confrontada con otros agentes, como la solución a problemas locales desde perspectivas macro y micro, hasta los recurrentes binomios tecnología-arte y físico-virtual y las múltiples vías para abordarlo, incorporando a su vez conceptos y procesos metodológicos a menudo innovadores.

<sup>275</sup> Debido precisamente al tipo de áreas del conocimiento con las que se trabaja, y donde se encuentra presente el factor de simulación previa (virtual o no, pero a través de experiencias en talleres) a la posible aplicación posterior.



interacción natural entre los individuos y las tecnologías virtuales, aumentadas o la programación<sup>276</sup>. El potencial de aplicabilidad del medialab y el espacio como laboratorio sugiere el planteamiento de explorar ámbitos emergentes en los que no haya sido implantado dicho fenómeno.

La relación entre las tecnologías y los procesos creativos también pueden ser observados en los ámbitos de la computación y la informática. Si bien el proceso creativo ha sufrido algunas transformaciones gracias a la mediación de los dispositivos tecnológicos y la reconfiguración del espacio gracias a la virtualización de algunos de sus componentes (tales como la información), el proceso en sentido inverso también es observado, en la medida en que la creatividad ejerce una influencia (observada también como factor humano procedente de la experiencia) en el pensamiento computacional y relativo a las máquinas. El factor humano (que incluye rasgos como la subjetividad, la construcción cultural o la propia creatividad) viene siendo planteado desde, la proyección de las máquinas de Turing y el desarrollo de los test de Turing a partir de la segunda guerra mundial (Turing, 1950). Esta tentativa de otorgar un factor humano a la computación y las máquinas llevó al desarrollo de dichos tests de Turing, que incorporaban los primeros parámetros que permitían a un interlocutor establecer diferencias entre una máquina y un ser humano. Más tarde, se plantearon teorías que profundizaran en la cuestión de la naturaleza del individuo y los rasgos que componen los factores humanos, como el concepto de *habitación china*, que rebate la idea de que el test de Turing pueda establecer por sí solo la noción de que una máquina pueda llegar a generar pensamiento. El concepto de habitación china aporta la noción principal de que el pensamiento humano, además de léxico y sintaxis (que pueden ser incorporados en una máquina virtual), se diferencia de la computación en que también incorpora la semántica. Este aspecto se hace relevante en lo referente a los ámbitos de difusión de las investigaciones en esta línea, ya que hace referencia a la importancia de los factores que caracterizan el pensamiento humano, y en cómo pueden ejercer un impacto significativo en el contexto tecnológico, incrementando las dimensiones de abordaje de los espacios virtuales y aumentados, a través de factores como la computación afectiva o el HCI, pero también en el diseño de experiencias que integren una componente emocional, esencial para mejorar los procesos de interacción con el espacio y con los objetos que se enmarcan en el mismo.

---

<sup>276</sup> La reflexión en torno al potencial de trasladar la noción de medialab a cualquier ámbito abre líneas de estudio emergentes que pueden proyectar la capacidad de transformación de un contexto mediante la incorporación de mecánicas de trabajo colaborativo e interdisciplinar, el enfoque heurístico y creativo que los caracteriza, o la relación natural con las tecnologías (virtuales, software libre, programación), así como un enfoque crítico que permite optimizar los procesos e incorporar mejoras conociendo las particularidades del ámbito específico donde se lleva a cabo la experiencia de implantación del medialab o laboratorio.

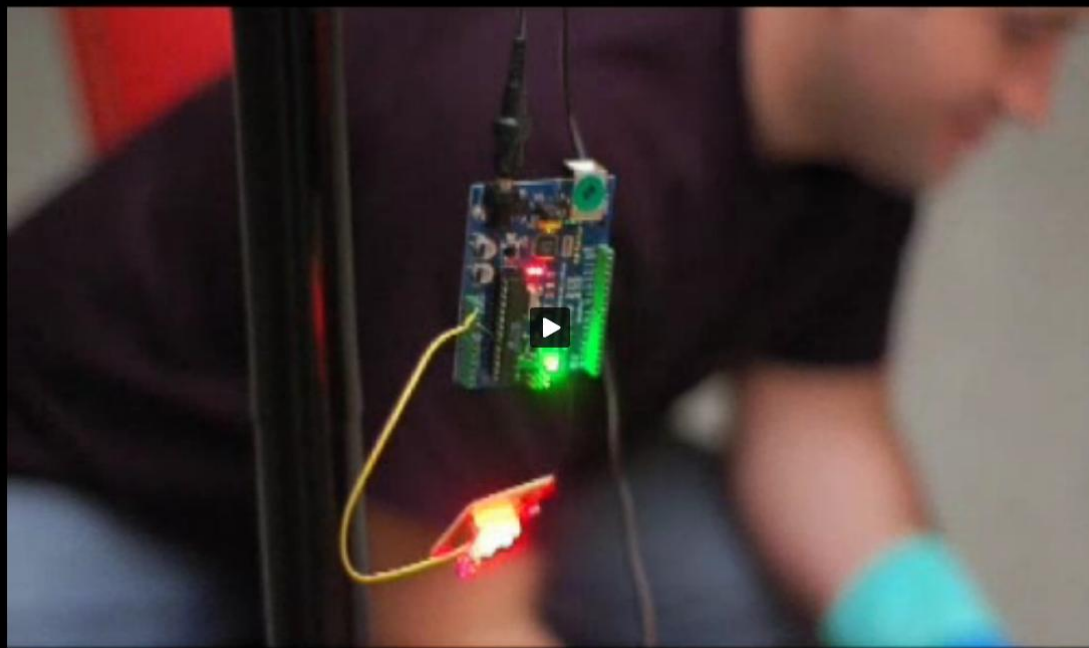




Figura 88. Secuencia de fotogramas de la presentación del Proyecto *Interactivos?* de Medialab Prado (Madrid).

Este proyecto ilustra la índole con la que se presentan, en el actual trabajo de investigación, los rasgos generales que definen la configuración de los medialabs (y laboratorios multimedia, en términos más generales). Destaca principalmente la definición como *plataforma de producción e investigación acerca de las aplicaciones creativas y educativas de la tecnología, centrada en la creación colectiva*<sup>277</sup>. Estas características se conforman como los puntos en común que configuran el espacio del medialab, siendo no obstante, a su vez, un ambiente caracterizado por la flexibilidad de los roles (en un contexto de perfiles dentro de todo el rango del STEAM) y a la hora de plantear el uso de las tecnologías. Lo que diferencia potencialmente unos espacios son rasgos específicos, tales como las aplicaciones y proyecciones en el desarrollo de los proyectos, los grupos sociales, culturales o de edad con los que se trabaja, la tecnología específica utilizada y los ámbitos sobre los que se pretende ejercer una influencia o impacto. Estas diferencias se observan fundamentalmente en los proyectos específicos de cada medialab o laboratorio. Como ejemplo, cabe destacar los diferentes enfoques que abordan los proyectos que forman parte del Medialab Prado. Así, entre las líneas de trabajo enmarcadas dentro del Medialab Prado se encuentran: *Interactivos?*, el FabLab, el Laboratorio del Procomún, Visualizar (sobre visualización de datos), o Inclusiva-net. Recuperado en 2015-03-20 de [http://medialab-prado.es/article/que\\_es\\_interactivos](http://medialab-prado.es/article/que_es_interactivos)

Los medios fantasmales se conforman también como uno de los fenómenos abordados, cuyo estudio tiene un elevado potencial de propagación y aplicación en ámbitos heterogéneos. El estudio del poder expresivo de los medios digitales y los entornos virtuales, aumentados y mixtos, permite abordar, como se ha planteado anteriormente con otros fenómenos, la incorporación de factores relacionados con componentes

<sup>277</sup> Recuperado en 2015-03-20 de [http://medialab-prado.es/article/que\\_es\\_interactivos](http://medialab-prado.es/article/que_es_interactivos)

semióticos, simbólicos, relativos a las experiencias, e incluso afectivos, a tales entornos y a la dimensión computacional. La construcción identitaria y cultural de un sujeto o de una realidad social encuentra en los medios digitales y los entornos virtuales, mixtos o aumentados un mecanismo de canalización, y una serie de soportes que le permiten llevar a cabo el proceso y la configuración de la comunicación y la elaboración de un discurso, de manera análoga a cómo lo hace el arte de los nuevos medios o el net.art con el nuevo formato de expresión. Por otra parte, el estudio de un fenómeno emergente tal como los medios fantasmales, propuesto por Harrell (2009, 2013), se encuentra, en el momento de redacción del presente trabajo, en un proceso de construcción discursiva que pretende incorporar los fenómenos tecnológicos en materia de realidad virtual en constante transformación, por lo que, si se observa desde la perspectiva de la literatura científica actual, se puede afirmar que el fenómeno no posee todavía un significado categórico<sup>278</sup>, abriendo notablemente el campo de aplicaciones potenciales y de posibilidades para la construcción teórica de conceptos y nociones necesarios para explicar fenómenos que acontecen en entornos digitales.

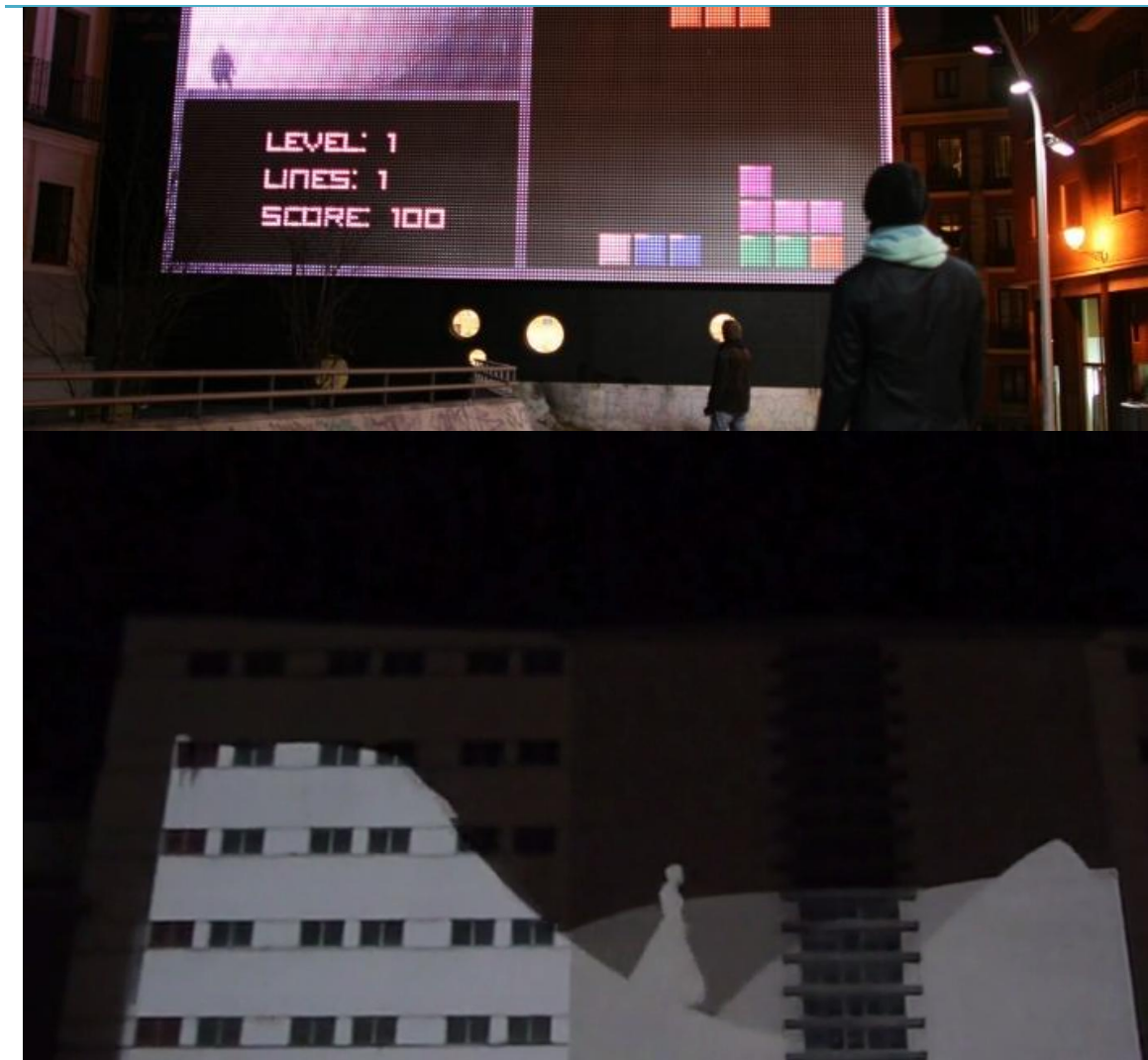
La aproximación teórica al fenómeno del STEAM, usado para describir los ámbitos interdisciplinares que se observan a lo largo del presente estudio, incide de manera recurrente en el desdibujamiento de fronteras entre los ámbitos tecnológico, artístico y científico, de modo que los escenarios que se configuran bajo esta perspectiva se comportan como una amalgama de fenómenos que incorpora procesos en los que se ven involucradas varias dimensiones disciplinares, sin dejar de un lado la mediación tecnológica<sup>279</sup>. La tendencia supone por lo tanto la proyección de una serie de escenarios emergentes donde se otorgue especial importancia al espacio y la interacción con los contenidos, y donde se haga patente un contexto de estudio en el que el zoom se sitúe en una posición de carácter más global en el que se observen las temáticas como un conjunto de áreas del conocimiento cuyas fronteras entre una y otra se plantean difusas, pero que reflexiona precisamente en torno a la naturaleza de los entornos en los cuales se observa un fenómeno de convergencia entre el arte, ciencia, tecnología y otras áreas del conocimiento, y se encuentran, tal como se observa en el

---

<sup>278</sup> El propio carácter evolutivo de la temática y de la construcción del vocabulario hacen difícil la tarea de implementar, por el momento, significados categóricos a parte de los conceptos que conforman el fenómeno estudiado.

<sup>279</sup> Un ejemplo relevante de la tendencia a la fusión de contenidos, dentro del contexto de la educación (pero también aplicables potencialmente a la investigación y la industria, con sus particularidades), viene ilustrado por una noticia que aparece en el momento de redactar esta fase del presente trabajo de investigación. La noticia ilustra la reciente reforma educativa en el sistema educativo finlandés (uno de los más eficientes del mundo, por otra parte, según los informes de PISA), en la que se pretende innovar mediante la eliminación de asignaturas, exámenes y horarios, permutando, a su vez, el concepto de *asignatura* o *materia* por una aproximación más global (tema), que comprenda, a su vez, diferentes áreas de estudio. Recuperado en 2015-03-27 de [http://www.elconfidencial.com/alma-corazon-vida/2015-03-25/los-finlandeses-siguen-los-pasos-de-los-jesuitas-y-acabaran-con-las-asignaturas\\_733137/](http://www.elconfidencial.com/alma-corazon-vida/2015-03-25/los-finlandeses-siguen-los-pasos-de-los-jesuitas-y-acabaran-con-las-asignaturas_733137/)

presente estudio, mediados por el carácter multidimensional y estructuralmente complejo del continuo de la virtualidad.



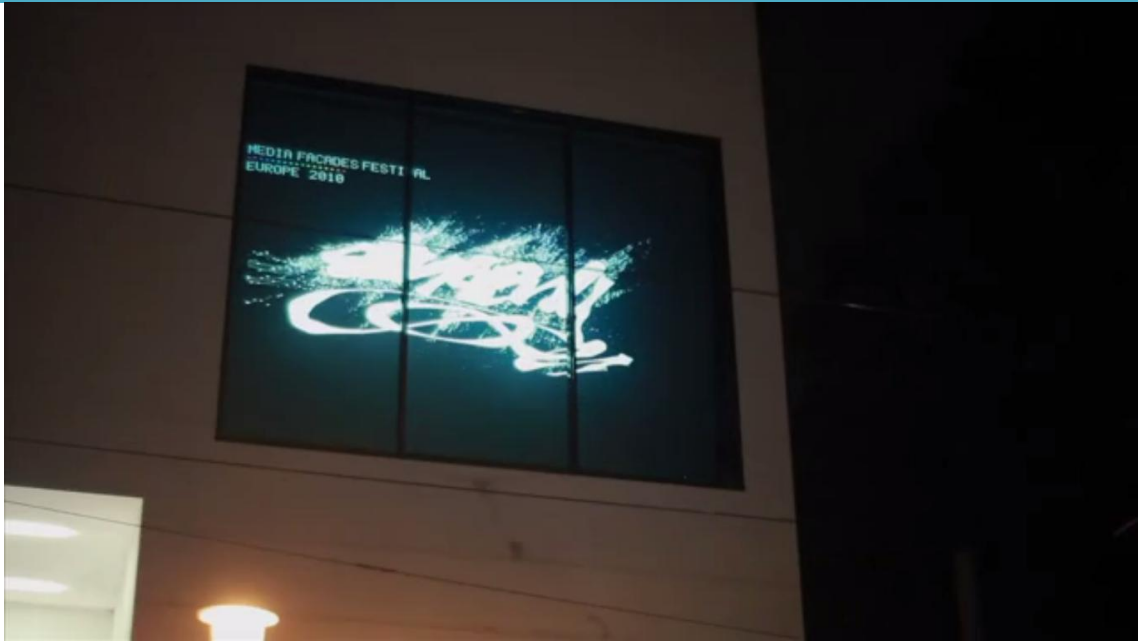


Figura 89. Fachada del Medialab Prado (Madrid) en el *Media Facades Festival 2010*. Más allá del fenómeno del festival internacional, que en esa edición conectó a siete ciudades del mundo, y en el que fueron empleadas las infraestructuras urbanas para interactuar, se incide en el potencial exploratorio de la ciudad y el contexto urbano (como entorno de conexión con el ámbito virtual) para el desarrollo de experiencias relacionadas con el potencial lúdico del espacio y la interacción con otras dimensiones que investigan en torno al potencial que ofrece precisamente dicha convergencia entre entorno urbano y tecnología. La convergencia entre arte, ciencia y tecnología se encuentran también presentes en el proceso de interacción entre el individuo y el entorno que le rodea, por una parte, el entorno urbano (correspondiente al espacio físico), y por otra, las ventanas y dispositivos que posibilitan la interacción con el espacio virtual (en este caso la fachada digital). Recuperado en 2014-20-12 de <https://vimeo.com/17897651>



## 10.3. Aplicaciones Prácticas





Este apartado plantea proyectar el potencial que ofrecen los fenómenos que vienen siendo estudiados, con el fin de potenciar su impacto en el ámbito de la práctica, en la medida en que el estudio de los fenómenos asociados al continuo de la virtualidad viene siendo un referente en la literatura científica, en lo que desarrollo de aplicaciones y tecnologías emergentes se refiere, desde ámbitos científico-tecnológicos diversos. La convergencia del concepto del continuo con otros ámbitos, tal como se viene observando, amplía el abanico de aplicaciones prácticas en lo referente al estudio de las características propias de la tecnología y del espacio para optimizar los procesos creativos, o el desarrollo de proyectos con una componente experimental relevante, teniendo en cuenta también el trabajo colaborativo con perfiles interdisciplinares en un contexto STEAM.

Parte de las aplicaciones que pretende, por lo tanto, reflejar el presente trabajo, se centran en unas pocas áreas de estudio de carácter genérico, de manera que, a partir de dicha categorización genérica estructurada en áreas globales, se pretenda poner el foco en aspectos particulares que generen impacto en ámbitos concretos. De este modo, los ámbitos genéricos en los que se agrupan los posteriores enfoques para el estudio de las aplicaciones son, por una parte, los procesos, por otra, los rasgos específicos de la tecnología, en referencia a su interacción con el entorno y los individuos. También es posible diferenciar un tercer espacio de reflexión, en torno a la aplicabilidad práctica de estudios referidos a dicho ámbito. Este espacio de reflexión se enmarca dentro del potencial que plantea el continuo de la virtualidad para ejercer un proceso de transformación en escenarios hasta ahora inéditos, muchos de ellos proyectados en el ámbito teórico pero que, debido a las limitaciones tecnológicas, su materialización venía presentando problemáticas para ser llevada a cabo (interviniendo de este modo en el *espacio de posibles*). En el sentido inverso de la misma problemática y ámbito de estudio, la propia evolución de los dispositivos tecnológicos, al mismo tiempo que aporta soluciones a proyecciones mentales que no podían ser llevadas a cabo gracias, precisamente, a las referidas limitaciones técnicas, da lugar a la configuración de nuevos imaginarios y proyecciones emergentes, incrementando la gama de posibilidades debido al desplazamiento de la frontera del propio conocimiento, de modo que el impacto no se manifiesta a través de una solución exclusivamente técnica, sino que la influencia se manifiesta a través del desarrollo de nuevos lenguajes, nuevas dimensiones narrativas, y nuevos recursos retóricos, en un proceso de retroalimentación entre la tecnología y la imaginación. Así, a medida que se explora, a través de las innovaciones tecnológicas, el espacio de posibles, y se aportan soluciones escenarios imaginados y proyecciones creativas, el propio espacio de posibles sufre un proceso de expansión debido a que se incorporan problemáticas emergentes al tablero. De este modo, la tecnología, observada desde esta perspectiva de estudio, se configura como un fenómeno impulsor de las dimensiones imaginaria y creativa.

Enumerando algunas de las aplicaciones, en los diferentes ámbitos planteados, que proyectan las aproximaciones realizadas a lo largo del presente estudio, se pueden observar, entre otras:

- La incorporación de las metodologías y procedimientos que vienen siendo observados en el ámbito de los medialabs, se proyecta en lo referente a su aplicabilidad potencial en ámbitos inéditos hasta ahora, que se caracterizan, en términos generales, por poseer una estructura más estática. El uso de la tecnología (con procedimientos o fines creativos, en varias ocasiones), los procesos de naturaleza, a menudo heurística, en contextos grupales, colaborativos e interdisciplinarios, y el carácter con frecuencia experimental, que configura una parte relevante de los proyectos que se llevan a cabo en los laboratorios y medialabs, es proyectado, tal como muestran parte de las observaciones llevadas a cabo en el presente estudio, en una amplia gama de áreas del conocimiento (educación, investigación, experimentación artística, etc.). La proyección de aplicaciones de tecnologías del continuo de la virtualidad (entornos virtuales, programación, realidad aumentada, hardware libre) plantea continuar con la exploración de ámbitos y enfoques inéditos de aplicación de estrategias y metodologías emergentes. Por ello, las aplicaciones prácticas directas no se enmarcan solamente entre los ámbitos artísticos de la investigación, o corporativos, sino que, por el contrario, plantean explorar las fronteras y las líneas de convergencia entre diferentes áreas del conocimiento para configurar dichas aplicaciones<sup>280</sup>.
- El desarrollo de aplicaciones de realidad aumentada, una vez observada parte de su naturaleza, pretende seguir con la línea aportada por las artes y las perspectivas que profundizan en aplicaciones potenciales en torno a la transformación de la relación con el espacio. Si bien se observa, a lo largo del presente estudio, una dispersión por parte de perfiles que trabajan en el ámbito tecnológico, y en los laboratorios multimedia, una dispersión en lo referente al uso diferenciado de la tecnología de realidad aumentada (recordemos que no se observa una dominancia, en la parte relativa al análisis de datos, del uso específico de una herramienta sobre otras). Continuando la profundización desde una perspectiva artística y postulados creativos, se plantean introducir innovaciones con una aplicación final mediadas por la tecnología de realidad aumentada. El acceso a los dispositivos, cuya implementación plantea crecer de manera exponencial a lo largo de la presente década (debido a aplicaciones de

---

<sup>280</sup> Una de las aplicaciones más ilustrativas, presentadas en el actual trabajo de investigación, y que parte de un trabajo colaborativo, explorando, a su vez, las líneas convergencia entre arte, ciencia, y tecnología, es el ya mencionado en, varias secciones relativas al estado de la cuestión en el presente estudio, Eyewriter, desarrollado por el colectivo Free Art and Technology (y de licencia *copyfree*) que posibilita, mediante el movimiento ocular, la posibilidad de realizar graffiti virtuales, a pacientes afectados por la esclerosis lateral amiotrófica (ELA), . Recuperado en 2015-02-10 de <http://www.eyewriter.org/>

realidad aumentada cada vez más accesibles, con una amplia gama de funcionalidades, y cuyo manejo resulta a su vez intuitivo), dibuja una serie de escenarios en los que las aplicaciones, en referente a ideas, para el desarrollo de escenarios con realidad aumentada, tienen un elevado potencial de aplicabilidad en una amplia gama de áreas diversas. Así, desde el desarrollo de juegos pervasivos, que utilizan las mecánicas propias de los videojuegos para posicionar la acción en el escenario real, y donde la realidad aumentada juega un papel esencial, hasta la virtualización del patrimonio en entornos situados, que posibilitan reconstruir escenarios mediante información virtual (lo que a su vez revela el potencial inusitado para reconstruir entornos de aprendizaje bajo dichos parámetros), las aplicaciones de realidad aumentada exploran cada vez más los territorios creativos y las brechas heurísticas. De este modo, desde las aproximaciones de Carmighiani et al. (2011) evaluando el estado del arte de la realidad aumentada en contexto de la segunda década del siglo XXI, se vienen observando aplicaciones de realidad aumentada en los ámbitos de la medicina, de la reconstrucción del patrimonio histórico (Chang y Liu, 2013), de la educación, mediante la reconstrucción de entornos de aprendizaje interactivo (Wojciechowski y Cellari, 2010) o de la exploración del entorno urbano (Liarokapis et al., 2007). Esto ámbitos en los que se viene asentando la realidad aumentada (en no pocas ocasiones, bajo una perspectiva experimental), no hacen sino incrementar las posibilidades de exploración y aplicación de la AR. Desde este trabajo, se proponen, en línea con los estudios reflejados, una mayor profundización en la exploración, a través de la AR, en la mejora del diagnóstico médico y el proceso de comunicación, a través de la incorporación de técnicas sencillas de realidad aumentada. También se pueden desarrollar modelos, en colaboración entre artistas y científicos, que mejoren la visualización de las imágenes para el diagnóstico, y que posibiliten el proceso comunicativo entre los distintos profesionales de la áreas de la salud, las instituciones, e incluso los pacientes. En lo referente a la educación, la transformación del espacio que plantea la incorporación de las tecnologías de AR, proyecta escenarios en los que se observa el interés de trabajar con elementos lúdicos y constructivistas, que permitan mejorar la experiencia del usuario o alumno en el propio entorno. De este modo, el entorno se configura como un elemento fundamental para la interacción, en el que agregar diferentes capas, dimensiones, y niveles de relación con la información. La exploración en lo referente a los entornos educativos de carácter lúdico, puede superponer a través de las capas de información virtual y la mediación de la realidad aumentada el espacio urbano, de manera que el patrimonio histórico (tangible o intangible) se superponga a la acción desencadenada en tales espacios, pudiendo incorporar diferentes dimensiones al entorno en el que se desarrollan las actividades, que contengan, a su vez, componente lúdicos o constructivistas.

- La reflexión en torno a la naturaleza observada en ámbitos como los laboratorios medialabs plantea su viabilidad en lo referente a incorporar espacios de esta índole en ámbitos del conocimiento inéditos. Aunque requiere un tratamiento analítico y un estudio no exento de cierta complejidad, la reflexión en lo referente a la configuración del entorno universitario (más allá, obviamente, del espacio físico de la universidad) proyecta ciertas cuestiones que permiten abordar no pocos aspectos relativos a los medialabs, para que sean implantados en las dinámicas de aprendizaje e investigación universitarias. A este respecto, plantear la universidad como un espacio análogo a un laboratorio o un medialab, implica, por otra parte, continuar la línea de investigación planteadas en parte de la literatura científica, que plantea una serie de transformaciones en el espacio en el que se desarrollan las actividades con fines académicas y experimentando, proyectando mecanismos de implantación de tecnologías de realidad aumentada y virtual, así como desarrollo de contenidos científicos utilizando recursos propios del estudio de la comunicación o de las posibilidades de generar narrativas como instrumento de diseño de contenidos enmarcados en el espectro realidad-virtualidad. Las posibilidades que ofrece el continuo de la virtualidad, en lo referente a incorporar nuevas dimensiones en el ámbito de la interacción (mejorando así la relación con los contenidos), o mediante la configuración de entornos virtuales experimentales seguros, a través del incremento exponencial de las posibilidades que ofrece la simulación, poseen un elevado potencial de aplicación o exploratorio, que el ámbito de la educación superior puede incorporar a sus dinámicas de funcionamiento, bajo diferentes aproximaciones. Las dinámicas de desarrollo de proyectos específicos, llevados a cabo en entornos dinámicos en los que colaboran perfiles interdisciplinarios (volviendo de nuevo a la noción de STEAM), que caracterizan una parte importante del rango de actividades desarrolladas en los laboratorios y medialabs, encuentran un marco de aplicación de especial interés en el ámbito general de la educación superior, que en algunos de sus aspectos se configura como un escenario amable para introducir innovaciones. De este modo, la aplicación de parte de las metodologías y estrategias que caracteriza a los medialabs puede ser proyectada a partir de ejemplos de aplicaciones específicas. Así, se pueden proyectar estrategias para la creación de grupos interdisciplinarios con agentes que provienen de diferentes áreas académicas, aprovechando el potencial y la visión dinámica que aportan los diferentes puntos de vista que provienen de áreas de estudio heterogéneas. Si bien esto se constituye como una dinámica creciente dentro del ámbito de la educación superior, el estudio de los múltiples enfoques con que puede ser abordado y las múltiples vías en que pueden ser realizadas aplicaciones prácticas en dicho contexto invita a continuar la producción de estudios y literatura científica relativos a estos fenómenos, y que incorporen varias de dichas aproximaciones: STEAM, realidad virtual, realidad aumentada, robótica, narrativa, desarrollo de

proyectos fundamentados en la construcción de los contenidos, experimentación, espacios para el debate, y enfoque crítico para la mejora de los procesos. También se plantea un marco de reflexión en torno a las estrategias que permitan incorporar, en el ámbito de la educación superior, puntos de encuentro entre el espacio de investigación, experimentación, y construcción del conocimiento, que supone dicho contexto de educación superior<sup>281</sup> y los agentes sociales y culturales. Para ello se proyecta dotar al espacio relativo a la educación universitaria de perspectivas emergentes espacio que incorpore tecnologías virtuales, dispositivos ubicuos y grupos de trabajo interdisciplinarios en ámbitos STEAM, en los que se produzca además colaboración entre estudiantes, investigadores, y profesores provenientes de diferentes áreas del conocimiento.

- El estudio de la realidad virtual también proyecta la experimentación con dimensiones narrativas emergentes. De este modo, si bien la literatura y el cine vienen ofreciendo, en un porcentaje de obras, narrativas lineales<sup>282</sup>, que por otro lado han demostrado su efectividad, el carácter interactivo de los espacios virtuales (lo que incluye los videojuegos y los serious games virtuales) ha

<sup>281</sup> Entendido como la etapa de estudio correspondiente a la educación terciaria. Desde el presente trabajo, si bien lo que se plantea es la aplicación de innovaciones en todos los ámbitos y etapas relativos a la educación, el planteamiento referido al ámbito universitario posee unos fundamentos específicos (pudiéndose trasladar a la educación superior). El carácter dinámico que poseen algunos de los agentes que desarrollan sus actividades en la universidad (estudiantes, profesores, investigadores) permite encontrar espacios para fomentar la transversalidad entre dichos agentes, tornándose, en ocasiones, difusas las fronteras que definen la categorización de los mismos. Del mismo modo, al ser un espacio que incorpora diversas áreas de estudio, la proyección de elaborar temáticas e intereses comunes, que permitan la confluencia en el desarrollo de proyectos con fines específicos, constituye una ventaja en la medida en que se pueden encontrar similitudes entre el espacio universitario y el medialab (sin que por ello dejen de existir similitudes con otras áreas educativas), pudiéndose reflexionar en torno a los mecanismos y estrategias que permiten llevar los espacios donde se lleva la educación terciaria a ámbitos como los medialabs (y por tanto dinamizando su relación con la sociedad) y repensando los elementos constitutivos y la estructura de los propios laboratorios universitarios, incorporando factores relativos a la interacción, la simulación o la virtualización dinámica de parte del contenido, así como fomentar el carácter colaborativo y las estrategias de optimización de procesos en común, mediadas por el potencial que vienen ofreciendo las tecnologías.

<sup>282</sup> De hecho, autores como Lebowitz y Klug (2011) defienden que la evolución narrativa de los géneros artísticos radica en la persona que recibe la vivencia. Así, la literatura sería, según los citados autores, una vivencia en *tercera persona*, ya que la información proviene de alguien (un libro) que está relatando los hechos. El cine, en estos mismos términos generales, sería una vivencia en *segunda persona*, ya que el espectador observa directamente los hechos que conforman la trama, pero, hasta el desarrollo de las primeras tentativas de audiovisual interactivo (muchas de ellas recientes), no se le está permitido intervenir en tales hechos. Los videojuegos aparecen por tanto una de las primeras experiencias de vivencia en primera persona (teniendo en cuenta las propias limitaciones de la tecnología, por supuesto), ya que el jugador puede influir directamente en la trama. No obstante, el nivel de vivencia y experiencia del entorno, por parte del usuario, ha evolucionado mucho desde los primeros desarrollos de videojuegos.

reconfigurado el espacio de posibilidades de la trama, incorporando nuevas dimensiones al desarrollo de la historia. El estudio del continuo de la virtualidad y de las propias dimensiones interactivas y experienciales que ofrecen tanto el espectro de la realidad virtual, como el de la realidad aumentada, proyectan una serie de categorizaciones narrativas que pueden ser extrapoladas de los contextos lúdicos (y en general del ámbito de los videojuegos) para ser incorporadas en ámbitos, cuyas actividades posean objetivos específicos, al margen de su carácter lúdico. Lebowitz y Klug (2011) distinguen seis configuraciones diferentes para una trama interactiva (fundamentada en sus estudios sobre videojuegos), cuyo análisis y conocimiento puede proyectar su aplicación práctica en entornos y contextos donde se lleven a cabo actividades con realidad aumentada y realidad virtual, con objetivos no específicamente lúdicos. Esto quiere decir que las aplicaciones de los tipos de dimensión narrativa abordada por Lebowitz y Klug (2011)<sup>283</sup> tienen un enorme potencial de aplicación en ámbitos como el diseño de escenarios de aprendizaje donde intervenga la tecnología o la reconstrucción interactiva del patrimonio histórico con tecnologías de realidad aumentada, entre otros múltiples ejemplos, y teniendo, por otra parte, siempre en cuenta la naturaleza de la tecnología utilizada y aplicada.

- La creación de espacios virtuales (no necesariamente de carácter inmersivo) ha impulsado de manera progresiva el desarrollo de herramientas para el desarrollo de soluciones interactivas virtuales. Los motores de juego plantean, de este modo, una parte relevante del proceso que facilita la incorporación de soluciones interactivas que pueden ser, además, susceptibles de aplicación en otras áreas. Lo que se proyecta en esta sección es el desarrollo de estudios en referencia al aprovechamiento del potencial creativo de los motores de juegos, a la vez que son incorporadas nuevas dimensiones interactivas para el estudio de su aplicabilidad en otras áreas, inclusive aquellas que se encuentran relacionadas más directamente con la ciencia y la investigación. El potencial de los motores de juego como herramienta emergente para el desarrollo de contenidos de naturaleza interactiva, abre una serie de líneas de investigación en las cuales van a converger fenómenos como el HCI, la realidad virtual, el arte interactivo, el diseño de escenarios, el uso de narrativas para la configuración de tramas adaptadas al nuevo medio de expresión, o el estudio de los fenómenos culturales y sociales ocurridos en el espacio virtual, a partir de la aproximación a nociones tales como los medios fantasmales<sup>284</sup>. En lo referente a

<sup>283</sup> Las dimensiones narrativas categorizadas por los autores son, dentro de la narrativa interactiva estudiada anteriormente en el ámbito de los videojuegos, vienen siendo: *historias completamente tradicionales*, *historias tradicionales interactivas*, *historias con final múltiple*, *historias con trayectos ramificados*, *historias con final abierto*, e *historias completamente dirigidas por el jugador*.

<sup>284</sup> Los cuales incorporan una aproximación a la dimensión cultural cuya consideración se revela importante a la hora de otorgar a los agentes que llevan a cabo el diseño y el desarrollo de

la aplicabilidad, desde el presente trabajo de investigación se propone profundizar en estudios que reflexionen y propongan aplicaciones prácticas de los motores de juegos, más allá, como se viene observando, de su finalidad lúdica, y teniendo en cuenta el concepto de serious game para visibilizar tales aplicaciones en áreas, a menudo, inéditas. El hecho de continuar con la serie de líneas de investigación que plantea usos innovadores del motor de juego, con una perspectiva creativa y experimental, lleva a plantear sus potenciales aplicaciones en las áreas de las ciencias de la educación, las ciencias médicas, la robótica (mediante la creación de sencillos simuladores) o las ciencias de la información y la comunicación. Entre las aplicaciones prácticas propuestas desde el presente estudio, se encuentra el desarrollo de entornos interactivos lúdicos para dinamizar los propios espacios educativos, la creación de simuladores que puedan ser usados en el área de las ciencias médicas, el desarrollo de obras de arte interactivas que aprovechen el potencial ubicuo y narrativo del espacio de creación del motor de juegos, o el desarrollo de serious games, aprovechando el crecimiento exponencial del uso de tales herramientas, para simular situaciones cuya implementación pueda suponer un elevado costo en el espacio físico, o cuya práctica suponga una situación de riesgo. El potencial del motor de juego, como elemento emergente de comunicación y desarrollo de espacios interactivos que no poseen un enfoque específicamente lúdico (aunque tampoco se encuentran exentos de tal factor), viene siendo explorado solamente en la literatura científica reciente (Blasko-Dravik et al., 2010, Hussain et al, 2010, Yengin, 2011, Honey y Milton, 2011).

- El carácter ubicuo del espacio reflejado en el presente estudio, mediado por los dispositivos tecnológicos y por el potencial expresivo del continuo de la virtualidad, viene planteando un número relevante de enfoques para aplicaciones en los ámbitos de la educación, las industrias creativas, las ciencias experimentales o las artes. El carácter ubicuo que ofrece la tecnología (cuyo acceso a un número cada vez mayor de usuarios es objeto de un incremento exponencial) posibilita acceder a contenidos desde un número cada vez mayor de entornos geográficos, así como desarrollar e interactuar con tales contenidos con un rango de cobertura cada vez mayor. En este escenario, la distribución global de fenómenos asociados a la cultura, la creación y la experimentación mediada por la tecnología, es objeto de un incremento paulatino que proyecta escenarios inéditos (por ejemplo, pudiéndose plantear la implantación de medialabs en espacios aparentemente remotos geográficamente), los cuales se constituyen como agentes fundamentales en la serie de transformaciones que se

---

productos enmarcados en espacios virtuales (pero que a su vez se proyectan en los ámbitos social y cultura), un papel relevante, en cuanto a los productos virtuales que acaban siendo desarrollados y consumidos tiene un elevado impacto en la configuración de estereotipos, roles, imaginarios y aspiraciones sociales.



vienen produciendo en los ámbitos de las artes, las ciencias, la educación, las relaciones sociales, la comunicación, o la propia tecnología.

- El enfoque creativo en el momento de abordar la cuestión tecnológica presenta una serie de oportunidades que proponen reconfigurar el cuadro teórico y el estado de la cuestión en lo referente a estrategias para fomentar la creatividad y el desarrollo de ideas en un ámbito concreto. Los procesos de interacción que ofrecen los espacios virtuales y aumentados reconfiguran el campo de acción de la tecnología (de realidad virtual y aumentada, pero también en el ámbito de los entornos de desarrollo de programación o en el uso del hardware libre) para abordar su potencial de aplicabilidad a la incorporación de técnicas de creatividad híbridas, fundamentadas en aquellas que vienen siendo propuestas por la literatura científica, y a las cuales se les añade la componente tecnológica. Por lo tanto las aplicaciones de la tecnología en lo referente al uso de técnicas de creatividad (recordando el elevado impacto que tienen muchas de las técnicas de creatividad en los laboratorios y medialabs) y procesos creativos plantea la combinación de técnicas de creatividad con la mediación de tecnologías del continuo de la virtualidad. Los escenarios propuestos son desde el brainstorming electrónico hasta el SCAMPER simulado en entornos virtuales, pasando por la biónica fundamentada en la observancia de la simulación de entornos para dispositivos robóticos, el uso de videojuegos o experiencias de realidad aumentada para incrementar el rango de acción del *Ideart*, la utilización de entornos virtuales y de desarrollo de programación, así como de motores de juegos, para explorar el potencial de los mapas mentales, la aproximación a la realidad aumentada para incorporar otra dimensión a la técnica del *Imanchin*, o el desarrollo de entornos virtuales interactivos para fomentar las competencias en técnicas como el CPS o *proceso de resolución creativo de problemas*.

## 11. BIBLIOGRAFÍA



## 11.1. Referencias y Consultas Bibliográficas



- Abela, J. A., García Nieto, A., & Pérez Corbacho, A. M. (2007). *Evolución de la Teoría Fundamentada como técnica de análisis cualitativo*. Madrid: CIS. Recuperado a partir de <http://biblioteca.upsa.es/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=191679>
- Acaso, M. (2009). *El lenguaje visual*. Barcelona: Paidós.
- Acaso, M. (2012). *Pedagogías Invisibles: El espacio de aula como discurso*. La Catarata. Recuperado a partir de <http://www.casadellibro.com/libro-pedagogias-invisibles/9788483197332/2030560>
- Alavi, M., & Leidner, D. E. (2001). Review: Knowledge management and knowledge management systems: Conceptual foundations and research issues. *MIS quarterly*, 107-136.
- Alimisis, D. (2012). Robotics in Education & Education in Robotics: Shifting Focus from Technology to Pedagogy. En *Proceedings of the 3rd International Conference on Robotics in Education* (pp. 7-14). Charles University in Prague, Faculty of Mathematics and Physics, Prague, Czech Republic. Recuperado a partir de [http://www.edumotiva.eu/files/alimisis\\_RIE2012\\_paper.pdf](http://www.edumotiva.eu/files/alimisis_RIE2012_paper.pdf)
- Amabile, T. (1998). How to Kill Creativity. *Harvard Business Review*, 76(5), 76-87.
- Amundsen, C., & Wilson, M. (2012). Are We Asking the Right Questions? A Conceptual Review of the Educational Development Literature in Higher Education. *Review of Educational Research*, 82(1), 90-126.
- Anastasiades, P. S., Filippousis, G., Karvunis, L., Siakas, S., Tomazakis, A., Giza, P., & Mastoraki, H. (2010). Interactive Videoconferencing for collaborative learning at a distance in the school of 21st century: A case study in elementary schools in Greece. *Computers & Education*, 54, 321-339.
- Anderson, C. (2006). *The Long Tail: Why the Future of Business Is Selling Less of More*. New York: Hyperion. Recuperado a partir de [http://books.google.fr/books?id=O2kOK1w\\_bJlC&printsec=frontcover&redir\\_esc=y](http://books.google.fr/books?id=O2kOK1w_bJlC&printsec=frontcover&redir_esc=y)
- Anderson, T., & Shattuck, J. (2012). Design-Based Research A Decade of Progress in Education Research? *Educational Researcher*, 41(1), 16-25.
- Awad, M., Kuusela, J., & Ziegler, J. (1996). Developing Object-Oriented Software for Real Time Systems. *Embedded Systems Programming*, 9, 54-65.
- Azuma, R. T. (1997). A Survey of Augmented Reality. *Presence*, 6(4). Recuperado a partir de [http://www.mitpressjournals.org/userimages/ContentEditor/1332945956500/PRES\\_6-4\\_Azuma\\_web.pdf](http://www.mitpressjournals.org/userimages/ContentEditor/1332945956500/PRES_6-4_Azuma_web.pdf)

- Bachem, R. (2013). Geheime Orte. En *Grund\_Schule Kunst Bildung* (pp. 40-45). Universität der Künste. Berlin: Athena-Verlag. Recuperado a partir de <http://www.grundschulekunstbildung.de/>
- Barab, S., Gresalfi, M., & Ingram-Goble, A. (2010). Transformational Play: Using Games to Position Person, Content, and Context. *Educational Researcher*, 39(7), 525-536.
- Barab, S., & Squire, K. (2004). Design-Based Research: Putting a Stake in the Ground. *The Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 1-14.
- Barros, T. T. W. F., & Lages, W. F. (2014). Modelagem e Implementação no Ros de um Controlador para Manipuladores Móveis. PPGEE-UFRGS.
- Barthélémy, J. -H. (2005). *Penser la connaissance et la technique après Simondon*. L'Harmattan.
- Bauby, J.-D. (1997). *Le Scaphandre et le Papillon*. Éditions Robert Laffont.
- Bauwens, M. (2005). The political economy of peer production. CTheory. Recuperado a partir de <http://www.informatik.uni-leipzig.de/~graebe/Texte/Bauwens-06.pdf>
- Bell, M. W. (2008). Toward a Definition of «Virtual Worlds». *Virtual Worlds Research*, 1(1). Recuperado a partir de <http://journals.tdl.org/jvwr/index.php/jvwr/article/view/283/237>
- Benitti, F. B. V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education*, 58(3), 978-988.
- Berlanga Fernández, I., García García, F., & Victoria Mas, J. S. (2013). Ethos, pathos y logos en Facebook. El usuario de redes: nuevo «rétor» del siglo XXI, *Comunicar* 21(41), 127-135.
- Berners-Lee, T., & Fischetti, M. (2000). *Weaving the Web: The Original Design and Ultimate Destiny of the World Wide Web by Its Inventor*. HarperInformation. Recuperado a partir de <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=556560>
- Bers, M., Ponte, I., Juelich, C., Viera, A., & Schenker, J. (2002). Teachers as Designers: Integrating Robotics in Early Childhood Education. *Information Technology in Childhood Education Annual*, 1, 123-145.
- Bers, M., & Portsmore, M. (2005). Teaching Partnerships: Early Childhood and Engineering Students Teaching Math and Science Through Robotics. *Journal of Science Education and Technology*, 14(1), 59-63.
- Bers, M., Seddighin, S., & Sullivan, A. (2013). Ready for Robotics: Bringing together the T and E of STEM in early childhood teacher education. *Journal of Technology and Teacher Education*, 21(3), 355-377.

- Bertol, D., & Foell, D. (1997). *Designing digital space: an architect's guide to virtual reality*. John Wiley & Sons.
- Biocca, F., & Levy, M. R. (1995a). *Communication in the age of virtual reality*. Routledge. Recuperado a partir de <http://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=3X6JJy-ERK8C&oi=fnd&pg=PP2&dq=lanier+virtual+reality&ots=n6mWC8OonN&sig=zt2w7O5kOUUnWY-9vxOqoMi-DW0g#v=onepage&q=lanier%20virtual%20reality&f=false>
- Biocca, F., & Levy, M. R. (1995b). Virtual Reality as a Communication System. En *Communication in the Age of Virtual Reality*. Routledge. Recuperado a partir de <http://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=3X6JJy-ERK8C&oi=fnd&pg=PP2&dq=lanier+virtual+reality&ots=n6mWC8OonN&sig=zt2w7O5kOUUnWY-9vxOqoMi-DW0g#v=onepage&q=lanier%20virtual%20reality&f=false>
- Biosca Frontera, E. (2012). Aprender a construir Edificios Históricos en Realidad Virtual: Una Estrategia Didáctica para el Aprendizaje de la Historia del Arte en la Educación Secundaria. En *Tendencias Emergentes en Educación con TIC* (pp. 135-156). Espiral.
- Black, R. W., & Steinkuehler, C. (2009). Literacy in virtual worlds. *Handbook of Adolescent Literacy Research*, 271-286.
- Blanco, A., Torrente, J., & Fernández-Manjón, B. (2010). Integrating educational video games in LAMS: The <e-Adventure> Experience. *Proceedings of the 5th International LAMS Conference 2010*. Recuperado a partir de <http://lamsfoundation.org/lams2010sydney/papers.htm>
- Blasko-Drabik, H., Smoker, T., & Murphy, C. E. (2010). An adventure in usability: Discovering usability where it was not expected. En *Serious game design and development: Technologies for training and learning* (pp. 31-46). Hershey, PA: IGI Global Information Science Reference.
- Bonfils, P. (2007). *Dispositifs socio-techniques et mondes persistants: Quelles médiations pour quelle communication dans un contexte situé ?*. Université du Sud Toulon-Var, Avenue de l'Université, 83957 La Garde Cedex., La Garde Cedex. Recuperado a partir de [http://philippe-bonfils.com/resources/Bonfils\\_these\\_doc\\_v-print.pdf](http://philippe-bonfils.com/resources/Bonfils_these_doc_v-print.pdf)
- Bonfils, P. (2014). *Notion d'immersion dans le numérique*. Videoconference - I-Medias Université de Poitiers. Recuperado a partir de <http://i-medias.adobeconnect.com/p89g77jocl6/>
- Borduas, M. (2011). Environnement numérique d'apprentissage.
- Borsook, P. (2004). How Anarchy Works. On location with the masters of the metaverse, the Internet Engineering Task Force. Wired Digital Issue. Recuperado a partir de [http://archive.wired.com/wired/archive/3.10/ietf\\_pr.html](http://archive.wired.com/wired/archive/3.10/ietf_pr.html)



- Bourdieu, P. (1993). *The Field of Cultural Production*. History&Criticism271. Recuperado a partir de <http://www.bookforfree.us/PDF/TheField-of-Cultural-Production-BY-Pierre-Bourdieu-ID3583.pdf>
- Bredendfeld, A., Hoffmann, A., & Steinbauer, G. (2010). Robotics in Education Initiatives in Europe - Status, Shortcomings and Open Questions. En *Proceedings of SIMPAR 2010 Workshops. Simulation, Modeling and Programming for Autonomous Robots* (pp. 568-574). Darmstadt. Recuperado a partir de <http://legolab.daimi.au.dk/Danish.dir/JanneFLL/22-TeachingRobotics.pdf>
- Brenna, K., & Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. *American Educational Research Association meeting, Vancouver, BC, Canada*.
- Buisine, S., Besacier, G., Aoussat, A., & Vernier, F. (2012). How do interactive tabletop systems influence collaboration? *Computers in Human Behavior*, 28, 49-59.
- Buisine, S., & Martin, J.C. (2007). The effects of speech-gesture cooperation in animated agents' behavior in multimedia presentations. *Interacting with Computers*, 19, 484-493.
- Bunts-Anderson, K. (2011). Game Based Learning (GBL) in Higher Education in The Gulf: The Gap between Teachers' and Students' Perceptions and Use. *ICERI2011 Proceedings. 4th International Conference of Education, Research and Innovation*, 4208-4217.
- Burgos, D., Tattersall, C., & Koper, R. (2006). Can IMS learning design be used to model computer-based educational games? *Binaria 5*. Recuperado a partir de [http://lnx-hrl-075v.web.pwo.ou.nl/bitstream/1820/673/1/BINARIA\\_Issue5\\_burgos\\_et\\_al.pdf](http://lnx-hrl-075v.web.pwo.ou.nl/bitstream/1820/673/1/BINARIA_Issue5_burgos_et_al.pdf)
- Burroughs, W. S. (1962). *The Ticket That Exploded*. Olympia Press. Recuperado a partir de <http://www.angusrobertson.com.au/books/the-ticket-that-exploded-william-s-burroughs/p/9780141189772>
- Cabañes, E. (2012). AudioGames: Aplicaciones Tecnológicas de un Modelo Cognitivo basado en Sinestesia. En *IV International Conference Synesthesia: Science and Art*. Almería. Recuperado a partir de <http://audiogames.tk/research/>
- Cabañes, E., & Rubio, M. (2014). *GAMESTAR(T): Pedagogías libres en la intersección entre el arte, la tecnología y los videojuegos*. Sello ArsGames. Recuperado a partir de [http://sello.arsgames.net/coleccion/Gamestar-t:-Pedagogias-libres-en-la-interseccion-entre-el-arte-la-tecnologia-y-los-videojuegos\\_i14.php](http://sello.arsgames.net/coleccion/Gamestar-t:-Pedagogias-libres-en-la-interseccion-entre-el-arte-la-tecnologia-y-los-videojuegos_i14.php)
- Cabrera González, M. A. (2010). La Interactividad de las Audiencias en los Entornos de Convergencia Digital. *Icono14*, 15(1).
- Campbell, C., Boden, M., Dole, S., & Viller, S. (2013). Young Children Engineering Robots to Create Cities of the Future: A Work in Progress. *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2013*, 3850-3854.

- Campion, M. (1996). Post-Fordism: not a poison either! *Open Learning: The Journal of Open, Distance and e-Learning*, 11(1), 41-54. <http://doi.org/10.1080/0268051960110105>
- Cannon-Bowers, J. A., & Bowers, C. A. (2008). Synthetic learning environments. *Handbook of Research on Educational Communications and Technology*. Recuperado a partir de [http://www.aect.org/edtech/edition3/ER5849x\\_C027.fm.pdf](http://www.aect.org/edtech/edition3/ER5849x_C027.fm.pdf)
- Cannon-Bowers, J., & Bowers, C. (2010). *Serious game design and development: Technologies for training and learning*. Hershey, PA: IGI Global Information Science Reference. Recuperado a partir de <http://www.igi-global.com/book/serious-game-design-development/37283>
- Carmigniani, J., Furht, B., Anisetti, M., Ceravolo, P., Damiani, E., & Ivkovic, M. (2011). Augmented reality technologies, systems and applications. *Multimedia Tools and Applications*, 51(1), 341-377.
- Carolei, P. (2015). Narrativas, Juegos Interactivos, Gamificación y Realidad Virtual. Entrevista Inédita.
- Carr, N. (2011). *Superficiales: ¿Qué está haciendo Internet con nuestras mentes?*. Taurus. Recuperado a partir de <http://www.amazon.es/Superficiales-haciendo-Internet-nuestras-PENSAMIENTO/dp/8430608125>
- Castronova, E. (2001). Virtual Worlds: A First-Hand Account of Market and Society on the Cyberian Frontier. *CESifo Working Paper Series*, 618. Recuperado a partir de [http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=294828](http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=294828)
- Castronova, E. (2002). On Virtual Economies. *CESifo Working Paper Series*, 752. Recuperado a partir de [http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=338500](http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=338500)
- Castronova, E. (2005). *Synthetic Worlds: The Business and Culture of Online Games*. University Of Chicago Press.
- Caudell, T. P., & Mizell, D. W. (1992). Augmented reality: an application of heads-up display technology to manual manufacturing processes. En *System Sciences*, 1992. (Vol. 2, pp. 659 - 669). Recuperado a partir de [http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=183317&url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fxppls%2Fabs\\_all.jsp%3Farnumber%3D183317](http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=183317&url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fxppls%2Fabs_all.jsp%3Farnumber%3D183317)
- Caves, R. E. (2000). *Creative industries: Contracts between art and commerce*. Harvard University Press.
- Cerda Seguel, D. (2010). Tierra, Sentido y Territorio, la ecuación geosemántica. Madrid: Inclusiva.net. Redes Digitales y Espacio Físico. Recuperado a partir de <http://medialab-prado.es/mmedia/1/1411/1411.pdf>

- Cerisier, J. -F. (2012). La culture numérique dans le champ de l'éducation, quelques références bibliographiques. *Distances et médiations des savoirs [En ligne]*. Recuperado a partir de <http://dms.revues.org/163>
- Cerisier, J. -F., & Popuri, A. (2011). Computers and School: Indian and French students' discourse. *European Journal of Education*, 46(3), 373-387.
- Chang, Y. S., & Liu, J. (2013). Applying an AR Technique to enhance Situated Heritage Learning in a Ubiquitous Learning Environment. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 12(3), 21-32.
- Cheney, P. H., Mann, R. I., & Amoroso, D. L. (1986). Organizational factors affecting the success of end-user computing. *Journal of Management Information System*, 3(1), 65-80.
- Choi, J. S., & Ma, J. Y. (2014). The Virtuality and Reality of Augmented Reality. 2007, 2(1). Recuperado a partir de <http://ojs.academypublisher.com/index.php/jmm/article/view/2139>
- Chow, K. K. N., & Harrell, F. (2012). Understanding Material-Based Imagination: Cognitive Coupling of Animated Images and Motor Action in Interactive Digital Artworks. *Leonardo Electronic Almanac. DAC 09: After Media: Embodiment and Context.*, 17(2), 50-64.
- Chuang, T. -Y., & Cheng, W.-F. (2009). Effect of Computer-Based Video Games on Children: An Experimental Study. *Educational Technology & Society*, 12(2).
- Chulvi Ramos, V. (2010). *Modelo B-Cube para el modelado del Conocimiento en un Marco FBS y su Vinculación con herramientas CAI*. Jaume I, Castellón.
- Chung, J. C., Harris, M. R., Brooks, F. P., Fuchs, H., Kelley, M. T., Hughes, J., ... Pique, M. (1989). Exploring Virtual Worlds With Head-Mounted Displays. En *Three-Dimensional Visualization and Display Technologies* (Vol. 42, pp. 45-52). Los Angeles. CA. <http://doi.org/10.1117/12.952870>
- Clinton, K. A. (2004). Embodiment in digital worlds: What being a videogame player has to teach us about learning. *2004 Annual meeting of the American educational research association, San Diego, United States*.
- Cole, J. R., & Cole, S. (1972). The Ortega Hypotesis. *Science, New Series*, 178(4059), 368-375.
- Colombo, B., Grati, L., & Di Nuzzo, C. (2013). The role of individual creativity levels in the cognitive and emotive evaluation of complex multimedia stimuli. A study on behavioral data and psycho-physiological indexes. En *The role of individual creativity levels in the cognitive and emotive evaluation of complex multimedia stimuli. A study on behavioral data and psycho-physiological indexes* (pp. 195- 216). Nova Science.

- Colton, S., Pease, A., & Charnley, J. (2011). Computational creativity theory: The FACE and IDEA descriptive models. Presentado en Proceedings of the Second International Conference on Computational Creativity. Recuperado a partir de [http://www.homes.doc.ic.ac.uk/~sgc/papers/colton\\_iccc11.pdf](http://www.homes.doc.ic.ac.uk/~sgc/papers/colton_iccc11.pdf)
- Comenius, J. A. (1649). *Didactica Magna* (30/5/1986 ed.). Ediciones AKAL. Recuperado a partir de [http://books.google.de/books/about/Did%C3%A1ctica\\_Magna.html?id=dx5K1Db2w2QC&redir\\_esc=y](http://books.google.de/books/about/Did%C3%A1ctica_Magna.html?id=dx5K1Db2w2QC&redir_esc=y)
- Connolly, T. M., Boylea, E. A., MacArthur, E., Hainey, T, & Boyle, J. M. (2012). A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games. *Computers & Education*, 59, 661-686.
- Coorough, C., & Shuman, S. (2005). *Multimedia Para La Web / Multimedia for the Web: Creating Digital Excitement - Revealed (Diseno Y Creatividad / Design & Creativity)*. Anaya. Recuperado a partir de <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1201312>
- Correia, A., Cassola, F., Azevedo, D., Pinheiro, A., Morgado, L., Martins, P., ... Paredes, H. (2012). An Exploratory Research Agenda for 3-D Virtual Worlds as Collaborative Learning Ecosystems: Extracting Evidences from Literature. In *Proceedings of the 4th International Research Conference on Virtual Worlds - Life, imagination, and work using metaverse platforms, Lisbon*. Recuperado a partir de [http://www.academia.edu/4688822/An\\_exploratory\\_research\\_agenda\\_for\\_3-D\\_virtual\\_worlds\\_as\\_collaborative\\_learning\\_ecosystems\\_extracting\\_evidences\\_from\\_literature](http://www.academia.edu/4688822/An_exploratory_research_agenda_for_3-D_virtual_worlds_as_collaborative_learning_ecosystems_extracting_evidences_from_literature)
- Craig, R. T. (1999). Communication Theory as a Field, 9(2), 119-161. <http://doi.org/10.1111/j.1468-2885.1999.tb00355.x>
- Crompton, H. (2013). A Historical Overview of M-Learning. Toward Learner-Centered Education. *Handbook of Mobile Learning*, 3-14.
- Csikszentmihalyi, M. (1990). *Flow: The Psychology of Optimal Experience*. New York: Harper Perennial.
- Csikszentmihalyi, M. (1996). *Creativity: Flow and the Psychology of Discovery and Invention*. New York: Harper Perennial.
- Cuadrado Alvarado, A. (2011). Utopías y distopías de los medios digitales para la educación. *Icono14*, 9(2), 05-20.
- Cuenca López, J. M. (2012). ¿Qué se aprende de la Historia y el Paisaje Medieval a través de los Videojuegos? Un Análisis Didáctico. En *Tendencias Emergentes en Educación con TIC* (pp. 211-226). Espiral.

- Cytowic, R. E. (2002). *Synesthesia: A union of the senses*. MIT Press.
- Dalkir, K. (2013). *Knowledge management in theory and practice*. Routledge.
- Davenport, T. H., & Prusak, L. (2000). *Working Knowledge: How organizations manage what they know*. Harvard Business School Press. Recuperado a partir de <http://www.coulthard.com/library/%28davenport%20%26%20prusak,%202000%29.html>
- Davis, F. (1989). Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319-340.
- Davis, L., Rolland, J., Hamza-Lup, F., Ha, Y., Norfleet, J., & Imielinska, C. (2003). Enabling a continuum of virtual environment experiences. *Computer Graphics and Applications, IEEE*, 23(2), 10 - 12. <http://doi.org/10.1109/MCG.2003.1185574>
- de Freitas, S., & Jarvis, S. (2007). Serious games-engaging training solutions: a research and development project for supporting training needs. *British Journal of Education Technology*, 38(3), 523-525.
- de Freitas, S., & Oliver, M. (2006). How can exploratory learning with games and simulations within the curriculum be most effectively evaluated? *Computers & Education*, 46.
- Delamotte, E., Deceuninck, J., & Payeur, A. (1994). Des industries culturelles à l'industrialisation de la formation – Un champ d'investigation en voie de constitution. *Perspectives documentaires en éducation*, 33, 71-94.
- de la Torre, G. (s. f.). Teoría Fundamentada o Grounded Theory. Academia.edu. Recuperado a partir de [http://www.academia.edu/1332754/Teoria\\_Fundamentada\\_o\\_Grounded\\_Theory](http://www.academia.edu/1332754/Teoria_Fundamentada_o_Grounded_Theory)
- de la Torre, S. (1997). *Estrategias de simulación: Ora, un modelo innovador para aprender del medio*. Octaedro, Ediciones, S. L.
- de la Torre, S. (2007). *Dialogando con la Creatividad: De la Identificación a la Creatividad Paradójica*. Octaedro, Ediciones, S. L. Recuperado a partir de <http://www.casadellibro.com/libro-dialogando-con-la-creatividad-de-la-identificacion-a-la-creatividad-paradojica/9788480636186/932213>
- Devauchelle, B., Platteaux, H., & Cerisier, J. -F. (2009). Culture informationnelle, culture numérique, tensions et relations. *Les Cahiers du numérique*, 5, 51-69.
- Dewey, J. (1997). *Experience and Education*. Free Press; Reprint edition. Recuperado a partir de <http://www.amazon.com/Experience-And-Education-John-Dewey/dp/0684838281>

- Díaz-Obregón, R. (2003). *Arte contemporáneo y educación artística. Los valores potencialmente educativos de la instalación*. Recuperado a partir de <http://biblioteca.ucm.es/tesis/bba/ucm-t26912.pdf>
- Dickens, C. (1854). *Hard Times* (December 2000). The Norton Critical Edition. Recuperado a partir de <http://books.wwnorton.com/books/Hard-Times/>
- Dieker, L., Hynes, M., Hughes, C. E., & Smith, E. (2008). Implications of Mixed Reality and Simulation Technologies on Special Education and Teacher Preparation. *Focus on Exceptional Children*, 40(6), 01-20.
- Dinica, M., Dinescu, L., & Miron, C. (2012). The Stimulation of Students' Creativity by Using Multimedia Platforms. *International Journal of Computer Science Research and Application*, 2(1), 95-100.
- Dix, A. (2009). Human-Computer Interaction. En *Encyclopedia of Database Systems* (pp. 1327-1331). Springer, US.
- Duarte, E., Pereira, P., Rebelo, F., & Noriega, P. (2014). A Review of Gamification for Health-Related Contexts. En *Design, User Experience, and Usability. User Experience Design for Diverse Interaction Platforms and Environments* (pp. 742-753). Springer International Publishing. Recuperado a partir de [http://www.researchgate.net/publication/263275612\\_A\\_Review\\_of\\_Gamification\\_for\\_Health-Related\\_Contexts](http://www.researchgate.net/publication/263275612_A_Review_of_Gamification_for_Health-Related_Contexts)
- Duch, W., & Pilichowski, M. (2007). Experiments with computational creativity. *Neural Information Processing-Letters and Reviews*, 11(4-6), 123-133.
- Dziekan, V. (2005). Beyond the Museum Walls : Situating Art in Virtual Space (Polemic Overlay and Three Movements). *Fibreculture Journal*, 7(2). Recuperado a partir de [http://journal.fibreculture.org/issue7/issue7\\_ver2\\_Beyond%20the%20Museum%20Walls.pdf](http://journal.fibreculture.org/issue7/issue7_ver2_Beyond%20the%20Museum%20Walls.pdf)
- Easterby-Smith, M., & Lyles, M. A. (2011). *Handbook of organizational learning and knowledge management*. John Wiley & Sons.
- Eccles, J., & Midgley, C. (1989). Stage-environment fit: Developmentally appropriate classrooms for young adolescents. En *Research on motivation in education*. (Vol. 3, pp. 139-186). New York: Academic Press. Recuperado a partir de [https://www.zotero.org/groups/youth\\_mentoring\\_research/items/itemKey/78EFRIGI](https://www.zotero.org/groups/youth_mentoring_research/items/itemKey/78EFRIGI)
- Eco, U. (1975). *Tratado de semiótica general*. Barcelona: Lumen. Recuperado a partir de <https://docs.google.com/file/d/0BwzoUiYB8qTfNjgyYTBjOTEtOTI5NC00YTg1LTg0YTEtOGElNmY3YTlk3Mjk0/edit?hl=es&pli=1>
- Eco, U. (1988). *De los espejos y otros ensayos*. Barcelona: Lumen.

- Edmunds, R., Thorpe, M., & Conole, G. (2012). Student attitudes towards and use of ICT in course study, work and social activity: A technology acceptance model approach. *British Journal of Educational Technology*, 43(1), 71-84.
- Eguia Gómez, J. L. (2012). *El videojuego como recurso para el aprendizaje estratégico en las aulas: El caso de Personatges en Joc Estudio de la situación social que se produce al introducir videojuegos en el aula*. Vic, Vic. Recuperado a partir de <http://www.icono14.net/ojs/index.php/icono14/thesis/view/27>
- Espinosa Castañeda, R., & Medellín Castillo, H. V. (2014). Análisis y evaluación de la generación de iconos mentales en personas invidentes a partir de la percepción virtual táctil utilizando realidad virtual y sistemas hápticos. *Icono14*, 12(2), 295-317. <http://doi.org/http://dx.doi.org/10.7195/ri14.v12i2.695>
- Estebanell Minguell, M., Ferrès Font, J., Cornellà Canals, P., & Codina Regàs, D. (2012). Realidad Aumentada y Códigos QR en Educación. En *Tendencias Emergentes en Educación con TIC* (pp. 135-156). Espiral.
- Ferdig, R. (2011). *Discoveries in Gaming and Computer-mediated Simulations: New Interdisciplinary Applications*. Information Science Reference.
- Fernández Ruiz, M. (2014). La Iluminación en el Videojuego. Aproximación a las Claves que guían las Interacciones del Jugador en los Entornos Virtuales Lúdicos. *Icono14*, 12(1), 293-318. <http://doi.org/10.7195/ri14.v12i1.650>
- Ferreira, G. A. N. (2006). Abordagens de utilização de arquiteturas middleware em aplicações robóticas embarcadas. *Exacta, São Paulo*, 4(1), 149-157.
- Fischer, G. S., Michalson, W. R., Padir, T., & Pollice, G. (2010). Development of a Laboratory Kit for Robotics Engineering Education. *AAAI Spring Symposium: Educational Robotics and Beyond*. Recuperado a partir de [aaai.org](http://aaai.org)
- Flannery, L., Silverman, B., Kazakoff, E., Bers, M., Bontá, P., & Resnick, M. (2013). Designing ScratchJr: support for early childhood learning through computer programming. En *Proceedings of the 12th International Conference on Interaction Design and Children* (pp. 1-10).
- Flichy, P. (1980). *Les Industries de l'imaginaire*. Presses Universitaires de Grenoble.
- Flichy, P. (1982). Utilisation éducative des technologies de communication : usages potentiels, usages réels. En *Actes du colloque: Les formes médiatisées de la communication éducative* (pp. 58-61). École normale supérieure de Saint-Cloud.
- Flichy, P. (2001). *L'imaginaire d'internet*. La Découverte.
- Flichy, P. (2008). Technique, Usage et Représentations. *Réseaux-Communication-Technologie-Société*, 147-174.

- Flichy, P. (2009). Le corps dans l'espace numérique. *Esprit*, 353, 163-174.
- Frangou, S., Papanikolaou, K., Aravecchia, L., Montel, L., Ionita, S., Arlegui, J., ... Pagello, I. (2008). Representative examples of implementing educational robotics in school based on the constructivist approach. En *Workshop Proceedings of SIMPAR 2008* (pp. 54-65). Venice, Italy.
- Freud, S. (1908). La moral sexual «cultural» y la nerviosidad moderna. *Ensayos sobre sexualidad*.
- Freud, S. (2010). *Das Unheimliche*. Project Gutenberg.
- Gaitán Moya, J. A., & Piñuel Raigada, J. L. (1998). *Técnicas de Investigación en Comunicación Social: Elaboración y Registro de Datos*.
- Galtung, J. (1969). Violence, Peace, and Peace Research. *Journal of peace research*, 6(3), 167-191.
- Galtung, J. (1990). Cultural Violence. *Journal of Peace Research*, 27(3), 291-305.  
<http://doi.org/10.1177/0022343390027003005>
- Gamonal Arroyo, R. (2004). Ciber-retorica. La retórica en Internet. *Icono14*, 3. Recuperado a partir de  
<http://www.icono14.net/ojs/index.php/icono14/article/viewFile/442/317>
- García García, F. (1982). *Estudios de creatividad icónica individual y colectiva en niños de edad escolar*. Universidad Complutense de Madrid, Departamento de Medios Audiovisuales.
- García García, F., & Berlanga Fernández, I. (2014). *Ciberretórica: Aristóteles en las Redes Sociales*. Fragua. Recuperado a partir de <http://www.casadellibro.com/libro-ciberretorica-aristoteles-en-las-redes-sociales/9788470746024/2276561>
- García García, F., & Gértrudix Barrio, M. (2009). El Mare Nostrum Digital: Mito, Ideología y Realidad en un Imaginario Sociotécnico. *Icono14*, 7(1), 7-30.
- Gardner, H. (1985). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. Basic books.
- Genlott, A. A., & Grönlundb, Å. (2013). Improving literacy skills through learning reading by writing: The iWTR method presented and tested. *Computers & Education*, 67, 98-104.
- Genosko, G. (2013). *When Technocultures Collide*. Cultural Studies Series. Recuperado a partir de <http://www.wlu.ca/press/Catalog/genosko.shtml>
- Gero, J. S., & Maher, M. L. (2013). *Modeling creativity and knowledge-based creative design*. Psychology Press.



- Gértrudix Barrio, F., & Gértrudix Barrio, M. (2009). Proyecto Galeno XXI. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Recuperado a partir de [https://www.academia.edu/2361269/PROYECTO\\_GALENO\\_XXI](https://www.academia.edu/2361269/PROYECTO_GALENO_XXI)
- Gértrudix Barrio, F., & Gértrudix Barrio, M. (2012). La música en los entornos inmersivos. Estudio sobre los espacios de representación. *Revista Comunicar*, 38.
- Gértrudix Barrio, M., & Álvarez García, S. (2011). Las TIC en la enseñanza de la Comunicación Multimedia: Reflexiones sobre su inserción curricular en la Enseñanza Superior. *Revista Linhas, Revista do programa de Pós-Graduacao em Educaçao da Universidade do Estado de Santa Catarina*, 12(2). Recuperado a partir de <http://revistas.udesc.br/index.php/linhas/article/view/2405>
- Giaccardi, E. (2003). *Principles of metadesign : processes and levels of co-creation in the new design space - See more at:* <http://ethos.bl.uk/OrderDetails.do?uin=uk.bl.ethos.400424#sthash.puEQiW7g.dpuf>. University of Plymouth. Recuperado a partir de <http://ethos.bl.uk/OrderDetails.do?uin=uk.bl.ethos.400424>
- Gibson, J. J. (1966). *The senses considered as perceptual systems*. Oxford, England: Houghton Mifflin. Recuperado a partir de <http://psycnet.apa.org/index.cfm?fa=search.displayRecord&uid=1966-35026-000>
- Gibson, W. (1986). *Neuromancer* (1st edition). Ace; Recuperado a partir de <http://www.amazon.com/Neuromancer-William-Gibson/dp/0441569595>
- Giddens, A. (1984). *The constitution of society: Outline of the theory of structuration*. Cambridge: Polity Press.
- Glaser, B. G., & Holton, J. (2004). Remodeling Grounded Theory. *Forum: Qualitative Social Research*, 5(2), 1-17.
- Glaser, B. G., Strauss, A. L., & Strutzel, E. (1968). The Discovery of Grounded Theory; Strategies for Qualitative Research. *Nursing Research*, 17(4), 364.
- Goh, H., & Aris, B. (2007). Using robotics in education : lessons learned and learning experiences. *Smart Teaching & Learning: Re-engineering ID, Utilization and Innovation of Technology*, 2. Recuperado a partir de <http://eprints.utm.my/6015/>
- Gómez Gómez, H. (2014). *El Adjetivo Visual. De la Figura Retórica al Significado de la Imagen Fotográfica*. Complutense de Madrid.
- González Aspera, A. L., & Chávez Hernández, G. (2011). La realidad virtual inmersiva en ambientes inteligentes de aprendizaje. Un caso en la educación superior. *Icono14*, 9(2), 122-137.

- González Geraldo, J. L., del Rincón Igea, B., Bonilla Sánchez, A. A., & Saez López, J. M. (2012). Aprendizajes Colaterales: Límites y Retos del Aprendizaje por Competencias. *Ensayos, Revista de la Facultad de Educación de Albacete*, 27.
- González, L., & Echeverri J. A: (2011). Modelado Conceptual de Usuarios en Ambientes Ubicuos mediante Agentes y Ontologías. *Revista EIA*, 16, 1794-1237.
- Graham, P. (2004). *Hackers & Painters: Big Ideas from the Computer Age*. O'Reilly. Recuperado a partir de <http://www.paulgraham.com/hackpaint.html>
- Grasset, R., Mulloni, A., Billingham, M., & Schmalstieg, D. (2011). Navigation Techniques in Augmented and Mixed Reality: Crossing the Virtuality Continuum. En *Handbook of Augmented Reality*. Springer New York.
- Grau, O. (2003). *Virtual Art: From Illusion to Immersion*. Cambridge. MIT Press.
- Gregg, L., & Tarrier, N. (2007). Virtual reality in mental health. Recuperado a partir de <http://link.springer.com/article/10.1007/s00127-007-0173-4>
- Grossenbacher, P. G., & Lovelace, C. T. (2001). Mechanisms of synesthesia: cognitive and physiological constraints. *Trends in Cognitive Sciences*, 5(1), 36-41. [http://doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01571-0](http://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01571-0)
- Grushka, K., & Donnelly, D. (2010). Digital Technologies and performative pedagogies: Repositioning the visual. *Digital Culture & Education (DCE)*, 2(1), 84-102.
- Guangyu, L., & Qingben, L. (2014). On New Media Art, Its Development and Achievements in China. *Icono14*, 12(2), 168-180.
- Guilford, J. P. (1950). Creativity. *American Psychologist*, 5(9), 444-454.
- Guilford, J. P. (1967). Creativity: Yesterday, Today and Tomorrow. *The Journal of Creative Behavior*, 1(1), 3-14. <http://doi.org/10.1002/j.2162-6057.1967.tb00002.x>
- Guilford, J.P. (1967). *The nature of human intelligence*. New York, NY, US: McGraw-Hill.
- Guilford, J. P., & Strom, R. D. (1978). *Creatividad y Educación*. Buenos Aires: Paidós.
- Guillemet, P. (2001). La médiatisation des cours sur Internet : un processus d'industrialisation? Colloque. Bogues - Globalisme et pluralisme. Recuperado a partir de <http://www.er.uqam.ca/nobel/gricis/actes/bogues/Guilleme.pdf>
- Guillemet, P. (2004). L'industrialisation de la formation, la fin d'un paradigme? *Distances et Savoirs*, 1(2), 93-118.
- Guillén-Nieto, V., & Aleson-Carbonell, M. (2012). Serious games and learning effectiveness: The case of It's a Deal! *Computers & Education*, 58, 435-448.

- Guimarães Jr., C. S. S., & Maciel, E. H. (2014). Desenvolvimento de um Robô Unicidade. PPGEE-UFRGS, Porto Alegre.
- Guimarães Jr., C. S. S., Rubio-Tamayo, J. L., & Henriques, R. V. B. (2014). Robótica para los procesos de Enseñanza de la Disciplina Mecatrónica: Desarrollo del Prototipo Edubot V-2. En *III Congreso Internacional Sociedad Digital*. Madrid: Icono 14.
- Gustafsson, M. V., Aref, T., Kockum, A. F., Ekström, M. K., Johansson, G., & Delsing, P. (2014). Propagating phonons coupled to an artificial atom. *Science*.  
<http://doi.org/10.1126/science.1257219>
- Hanseth, O., & Monteiro, E. (1997). Inscribing behaviour in information infrastructure standards. *Accounting, Management and Information Technologies*, 7(4), 183-211.
- Hanson, D., Olney, A., Prilliman, S., Mathews, E., Zielke, M., Hammons, D., & Stephanou, H. (2005). Upending the uncanny valley. *Proceedings of the national conference on artificial intelligence*, 20(4), 1728.
- Harrell, F. (2009). Toward a Theory of Phantasmal Media: An Imaginative Cognition- and Computation-Based Approach to Digital Media. *CTheory*. Recuperado a partir de <http://www.ctheory.net/articles.aspx?id=610>
- Harrell, F. (2010). Toward a Theory of Critical Computing: The Case of Social Identity Representation in Digital Media Applications. *CTheory*. Recuperado a partir de <http://www.ctheory.net/articles.aspx?id=641>
- Harrell, F. (2013). *Phantasmal Media: An Approach to Imagination, Computation and Expression*. MIT University Press Group Ltd. Recuperado a partir de <http://web.mit.edu/newsoffice/2013/fox-harrell-phantasmal-media-1023.html>
- Harrell, F., & Harrell, S. V. (2011). Strategies for Arts + Science + Technology Research: Executive Report on a Joint Meeting of the National Science Foundation and the National Endowment for the Arts. Recuperado a partir de <http://people.csail.mit.edu/fox/CV/Harrell-CV.pdf>
- Harrell, F., & Harrell, S. V. (2012). Imagination, Computation, and Self-Expression: Situated Character and Avatar Mediated Identity. *Leonardo Electronic Almanac. DAC 09: After Media: Embodiment and Context.*, 17(2), 74-91.
- Hartley, J. (2005). *Creative Industries*. United Kingdom: Blackwell Publishing. Recuperado a partir de <http://eprints.qut.edu.au/10709/>
- Hawkins, D. G. (1995). Virtual Reality and Passive Simulators: The Future of Fun. En *Communication in the Age of Virtual Reality*. Routledge. Recuperado a partir de <http://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=3X6JJy-ERK8C&oi=fnd&pg=PP2&dq=lanier+virtual+reality&ots=n6mWC8OonN&sig=zt2w7O5kOUUnWY-9vxOqoMi-DW0g#v=onepage&q=lanier%20virtual%20reality&f=false>

- Heim, M. (1993). *The metaphysics of virtual reality*. Oxford University Press.
- Hemlin, S., Allwood, C. M., Martin, B., & Mumford, M. D. (2013). *Creativity and Leadership in Science, Technology, and Innovation*. Routledge.
- Herrera Fernández, E., & Fernández Iñurritegui, L. (2014). Diseño de Objetos Gráficos-Interactivos. *Icono14*, 12(1), 219-243. <http://doi.org/10.7195/ri14.v12i1.656>
- Honey, M. A., & Hilton, M. (2011). Learning Science Through Computer Games and Simulations. *The National Academic Press*. Recuperado a partir de [http://www.nap.edu/catalog.php?record\\_id=13078](http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=13078)
- Hong, W., Thong, Y. L., Chasalow, L. C., & Dhillon, G. (2011). User Acceptance of Agile Information Systems: A Model and Empirical Test. *Journal of Management Information Systems*, 28(1), 235-272.
- Hsu, C., & Shiau, H. -C. (2013). The Visual Web User Interface Design in Augmented Reality Technology. *International Journal of Advanced Computer Sciences and Applications*, 4(2), 116-121.
- Hughes, C. E., & Stapleton, C. B. (2006). Making Memories for a Lifetime. En *Emerging Technologies of Augmented Reality: Interfaces and Design* (pp. 329-351). Idea Group, Inc., Hershey, PA.
- Hughes, C. E., Stapleton, C. B., Hughes, D. E., & Smith, E. (2005). Mixed Reality in Education, Entertainment and Training: An Interdisciplinary Approach. *Computer Graphics and Applications*, 26(6), 24-30.
- Hughes, C. E., Stapleton, C. B., & O'Connor, M. (2006). The Evolution of a Framework for Mixed Reality Experiences. En *Emerging Technologies of Augmented Reality: Interfaces and Design* (pp. 198-216). Idea Group, Inc., Hershey.
- Hughes, D., Jerome, C., Hughes, C. E., & Smith, E. (2008). The Application and Evaluation of Mixed Reality Simulation. En *The PSI Handbook of Virtual Environments for Training and Education: Developments for the Military and Beyond* (pp. 254-277). Praeger Security International, Westport. Recuperado a partir de <http://www.editlib.org/p/8850/>
- Hughes, D., Smith, E., Shumaker, R., & Hughes, E. (2009). Virtual Reality for Accessibility,. En *Universal Access Handbook* (pp. 1-10). CRC Press.
- Huizinga, J. (1938). *Homo ludens: proeve fleener bepaling van het spel-element der cultuur*. Haarlem: Tjeenk Willink. Recuperado a partir de [http://www.dbnl.org/tekst/huiz003homo01\\_01/huiz003homo01\\_01.pdf](http://www.dbnl.org/tekst/huiz003homo01_01/huiz003homo01_01.pdf)

- Hussain, T., Feurzeig, W., Cannon-Bowers, J., Coleman, S., Koenig, A., Lee, J., ... Wainess, R. (2010). Development of game-based training systems: Lessons learned in an interdisciplinary field in the making. *Serious Game Design and Development: Technologies for Training and Learning*, 47-80.
- Hwang, T. -H. T. (2012). Exploring Real-time Video Interactivity with Scratch. Massachusetts Institute of Technology.
- Ivankova, N. V., Creswell, J. W., & Stick, S. L. (2006). Using mixed-methods sequential explanatory design: From theory to practice. *Field Methods*, 18(1), 3-20.
- Jackson, L. A., Witt, E. A., Games, A. I, Fitzgerald, H. E., von Eye, A., & Zhao, Y. (2012). Information technology use and creativity: Findings from the Children and Technology Project. *Computers in Human Behavior*, 28(2), 370-376.
- Jeffery, A., & Currier, S. (2005). What is... IMS Learning Design? CETIS Standards Briefing Series. Recuperado a partir de [http://zope.cetis.ac.uk/lib/media/WhatIsLD2\\_web.pdf](http://zope.cetis.ac.uk/lib/media/WhatIsLD2_web.pdf)
- Jensen, S. S., Phillips, L., & Strand, D. L. (2012). Virtual worlds as sites for social and cultural innovation. *Convergence*, 18(1), 3-10.
- Jentsch, E. (1906). On the psychology of the uncanny. *Angelaki: Journal of the Theoretical Humanities*, 2(1), 7-16.
- Johnson, J. (2002). Children, robotics, and education. *Artificial Life and Robotics*, 7(1-2), 16-21.
- Johnson, S. (2006). When Virtual Worlds Collide. Wired Digital Issue.
- Juste, J. (2010). *El Metaverso: La Escritura del Imaginario. De Snow Crash a Second Life*. Granada. Recuperado a partir de [http://citywiki.ugr.es/wiki/Archivo:Julio\\_Juste\\_El\\_metaverso\\_Tesis\\_doctoral.pdf](http://citywiki.ugr.es/wiki/Archivo:Julio_Juste_El_metaverso_Tesis_doctoral.pdf)
- Kafai, Y. (2001). The Educational Potential of Electronic Games: From Games-To-Teach to Games-To-Learn. Cultural Policy Center, University of Chicago. Recuperado a partir de <http://culturalpolicy.uchicago.edu/papers/2001-video-games/kafai.html>
- Kandlhofer, M., Steinbauer, G., Hirschmugl-Gaischy, S., & Eck, J. (2014). A cross-generational robotics project day: Pre-school children, pupils and grandparents learn together. *Journal of Automation, Mobile Robotics & Intelligent Systems*, 8(1), 12.
- Kassim, H., Nicholas, H., & Ng, W. (2014). Using a multimedia learning tool to improve creative performance. *Thinking Skills and Creativity*, 13, 9-19.
- Kazakoff, E., Sullivan, A., & Bers, M. (2013). The Effect of a Classroom-Based Intensive Robotics and Programming Workshop on Sequencing Ability in Early Childhood. *Early*

- Childhood Education Journal*, 41(4), 245-255. <http://doi.org/10.1007/s10643-012-0554-5>
- Kleilein, D, Kokelkorn, A., Pagels, G., & Stabenow, C. (2008). Tuned City: Zwischen Klang und Raumspekulation. Reihe Essay. Herausgeben von Daniela Steel.
- Kolb, D. (1976). *Learning style inventory*. Boston: McBer and Company.
- Kolb, D. (1984). *Experiential learning*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Koob, J., & Funk, J. (2002). Kolb's Learning Style Inventory: Issues of Reliability and Validity. *Research on Social Work Practice*, 12(2), 293-308.
- Kramer, G. (1995). Sound and Communication in Virtual Reality. En *Communication in the Age of Virtual Reality* (pp. 259-276). Routledge. Recuperado a partir de <http://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=3X6JJy-ERK8C&oi=fnd&pg=PP2&dq=lanier+virtual+reality&ots=n6mWC8OonN&sig=zt2w7O5kOUUnWY-9vxOqoMi-DW0g#v=onepage&q=lanier%20virtual%20reality&f=false>
- Kritzenberger, H., Winkler, T., & Herczeg, M. (2002). Collaborative and Constructive Learning of Elementary School Children in Experiential Learning Spaces along the Virtuality Continuum. En *Mensch & Computer 2002. Vom interaktiven Werkzeug zu kooperativen Arbeits- und Lernwelten* (pp. 115-124). Vieweg+Teubner Verlag. Recuperado a partir de [http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-322-89884-5\\_12](http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-322-89884-5_12)
- Lacroix J.-G., & Tremblay G. (Eds.). (1995). *Les autoroutes de l'information – Un produit de la convergence*. Presses de l'Université du Québec. Recuperado a partir de <http://www.observatoire-omic.org/en/billet/269/les-autoroutes-de-l-information-un-produit-de-la-convergence-dirige-par-jean-guy-lacroix-et-gaetan-tremblay-presses-de-l-universite-du-quebec-1995.html>
- Lai, Y.-S., & Hsu, J.-M. (2011). Development trend analysis of augmented reality system in educational applications. *International Conference on Electrical and Control Engineering*, 6527-6531.
- Lanier, J. (1992). Virtual Reality: The Promise of the Future. *Interactive Learning International*, 8(4), 275-279.
- Lanier, J., & Biocca, F. (1992). An insider's view of the future of virtual reality. *Journal of communication*, 42(4), 150-172.
- Latour, B. (1992). Where are the missing masses? The sociology of a few mundane artifacts. En *Where are the missing masses? The sociology of a few mundane artifacts* (pp. 225-258). Cambridge MA. MIT Press.

- Latour, B. (2005). *Reassembling the Social - An Introduction to Actor-Network-Theory*. Oxford University Press. Recuperado a partir de <http://adsabs.harvard.edu/abs/2005reso.book.....L%EF%BF%BD%C3%9C>
- Lave, J., & Wenger, E. (1990). *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Law, J. (1992). Notes on the theory of the actor-network: Ordering, strategy, and heterogeneity. *Systems practice*, 5(4), 379-393. <http://doi.org/10.1007/BF01059830>
- Lebowitz, J., & Klug, C. (2011). *Interactive Storytelling for Video Games: A Player-Centered Approach to Creating Memorable Characters and Stories*. Focal Press. Recuperado a partir de <http://www.amazon.com/Interactive-Storytelling-Video-Games-Player-Centered/dp/0240817176>
- Lee, H. -H., & Chang, Y. (2011). Consumer Attitudes Toward Online Mass Customization: An Application of Extended Technology Acceptance Model. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 16(2), 171-200.
- Lee, Y. -H., Hsieh, Y. -C., & Hsu, C. -N. (2011). Adding Innovation Diffusion Theory to the Technology Acceptance Model: Supporting Employees' Intentions to use E-Learning Systems. *Journal of Educational Technology & Society*, 14(4), 124-137.
- Lee, Y.-H., & Lin, H. (2011). 'Gaming is my work': identity work in internet-hobbyist game workers. *Work Employment & Society*, 25(3), 451-467.
- Legrís, P., Ingham, J., & Colletette, P. (2003). Why do people use information technology? A critical review of the technology acceptance model. *Information & Management*, 40, 191-204.
- Lewin, K. (1946). Action research and minority problems. *Journal of Social Issues*, 2(4), 34-46.
- Liarokapis, F., Brujic-Okretic, V., & Papakonstantinou, S. (2007). Exploring Urban Environments Using Virtual and Augmented Reality. *Journal of Virtual Reality and Broadcasting*, 3(5). Recuperado a partir de <https://www.jvrb.org/past-issues/3.2006/772>
- Liebowitz, J., & Frank, M. (2010). *Knowledge Management and E-learning*. CRC Press.
- López del Rincón, D. (2013). Rematerialized Tendencies in Media Art? From Silicon to Carbon-Based Art. *Sociología y tecnociencia. Revista Digital de Sociología del Sistema Tecnocientífico*, 1(3), 32-56.
- Luckin, R., & Fraser, D. R. (2011). Limitless or pointless? An evaluation of augmented reality technology in the school and home. *International Journal of Technology Enhanced Learning*.

- MacDorman, K. F. (2006). Subjective ratings of robot video clips for human likeness, familiarity, and eeriness: An exploration of the uncanny valley. *ICCS/CogSci-2006 long symposium: Toward social mechanisms of android science*, 26-29.
- Manovich, L. (2010). *The Poetics of Augmented Space*. Viena: Springer. Recuperado a partir de [http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-7091-0300-5\\_26](http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-7091-0300-5_26)
- Manseur, R. (1997). Development of an undergraduate robotics course. *Frontiers in Education Conference, 1997. 27th Annual Conference. Teaching and Learning in an Era of Change. Proceedings.*, 2, 610-612. <http://doi.org/10.1109/FIE.1997.635874>
- Marcuse, H. (1969). *An Essay on Liberation* (June 1, 1971). Paperback. Recuperado a partir de <http://www.amazon.com/An-Essay-Liberation-Herbert-Marcuse/dp/0807005959>
- Marín, R. (1973). *La creatividad en la educación*. Buenos Aires: Kapelusz.
- Martín, E., Haya, P. A., & Carro, R. M. (2013). Adaptation Technologies to Support Daily Living for All. En *User Modeling and Adaptation for Daily Routines: Providing Assistance to People with Special Needs* (pp. 1-21). Springer London. Recuperado a partir de [http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4471-4778-7\\_1](http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4471-4778-7_1)
- Martínez González, R. A. (2007). *Investigación en la Práctica Educativa: Guía Metodológica de Investigación para el Diagnóstico y Evaluación en los Centros Docentes*. Ministerio de Educación y Ciencia. Recuperado a partir de <http://www.gse.upenn.edu/pdf/La%20investigaci%C3%B3n%20en%20la%20pr%C3%A1ctica%20educativa.pdf>
- Mayer, R. E. (2005). Cognitive theory of multimedia learning. En *The Cambridge handbook of multimedia learning* (pp. 31-48). The Cambridge handbook of multimedia learning. Recuperado a partir de <http://files.onearmedman.com/fordham/mayer2005ch3.pdf>
- Mazurek, M. O., & Engelhardt, C. R. (2013). Video game use and problem behaviors in boys with autism spectrum disorders. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 7(2), 316-324.
- McEvoy, M. A., Nordquist, V. M., Heckaman, K. A., Wehby, J. H., & Denny, R. K. (s. f.). Promoting autistic children's peer interaction in an integrated early childhood setting using affection activities. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 21, 193-200.
- McGonigal, J. (2011). *Reality is Broken. Why Games Makes us Better and how They can change the World*. New York: The Penguin Press. Recuperado a partir de [http://hci.stanford.edu/courses/cs047n/readings/Reality\\_is\\_Broken.pdf](http://hci.stanford.edu/courses/cs047n/readings/Reality_is_Broken.pdf)
- McLuhan, M. (1964). *Understanding Media: The Extensions of Man*. New York: McGraw Hill.



- McLuhan, M. (1967). *The Medium is the Message: An Inventory of Effects*. Random House.
- Medina, A., Domínguez, M. C., & Medina, C. (2012). Didactic use of video games: an approach to the violent video games. *Journal of Educational Sciences and Psychology*, 64(2), 51-62.
- Mednick, S. (1962). The associative basis of creativity. *Psychological Review*, 69(3), 220–232. <http://doi.org/10.1037/h0048850>
- Melaré, D. (2008). A teoria dos estilos de aprendizagem: convergência com as tecnologias digitais. *Revista SER: Saber, Educação, Reflexão, Agudos, SP*, 1(2).
- Meyer, K. (1995). Dramatic Narrative in Virtual Reality. En *Communication in the Age of Virtual Reality*. Routledge. Recuperado a partir de <http://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=3X6JJy-ERK8C&oi=fnd&pg=PP2&dq=lanier+virtual+reality&ots=nómWC8OonN&sig=zt2w7O5kOUUnWY-9vxOqoMi-DW0g#v=onepage&q=lanier%20virtual%20reality&f=false>
- Michinov, N., & Primois, C. (2005). Improving productivity and creativity in online groups through social comparison process: New evidence for asynchronous electronic brainstorming. *Computers in Human Behavior*, 21(1), 11-28.
- Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE Transactions on Information Systems*, 77(12), 1321-1329.
- Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A., & Kishino, F. (1994). Augmented reality: a class of displays on the reality-virtuality continuum. *Proceedings of SPIE Conference on Telemanipulator and Telepresence Technologies*, 282-392.
- Mingfong, J., Yam San, C., & Ek Ming, T. (2010). Unpacking the design process in design-based research. In *Proceedings of the 9th International Conference of the Learning Sciences. International Society of the Learning Sciences.*, 2.
- Mœglin P. (1996). Multimédia et éducation. Le démon de la convergence. En Yves Chevalier, *Outils Multimédias et stratégies d'apprentissage du Français Langue Étrangère*. Université Charles-de-Gaulle-Lille.
- Mœglin P., & Tremblay G. (1999). Campus virtuel – Les avatars de la convergence. *Sciences de la société*, 47, 91-109.
- Mohd, W., Idris, R. W., Madi, E. N., Yazid, M., & Saman, M. (2011). Developing Dynamic Virtual Environments Using Hierarchical, Tree-Structured Approach. *International Journal of Multimedia & Its Applications*, 3(2), 64-80.
- Monchán, J. (2014). Narrativas e Interacción Virtual. Entrevista Inédita.

- Monteiro, E., & Hanseth, O. (1996). Social shaping of information infrastructure: on being specific about the technology. En *Information technology and changes in organizational work* (pp. 325-343). Chapman & Hall. Recuperado a partir de <http://heim.ifi.uio.no/~oleha/Publications/siste82.html>
- Mora Fernández, J. (2009). Interacciones hipermedia y videojuegos. *Icono14*, 7(1), 218-241.
- Moreno-Ger, P., Burgos, D., Martínez-Ortiz, I., Sierra, J. L., & Fernández-Manjón, B. (2008). Educational game design for online education. *Computers in Human Behavior*, 24, 2530-2540.
- Moreno, R., & Mayer, R. E. (2002). Learning science in virtual reality multimedia environments: Role of methods and media. *Journal of Educational Psychology*, 94(3), 598-610.
- Mori, M., MacDorman, K. F., & Kageki, N. (2012). The uncanny valley [from the field]. *Robotics & Automation Magazine, IEEE*, 19(2), 98-100.
- Nielsen, J. (1999). *Designing Web Usability: The Practice of Simplicity*. New Riders Publishing Thousand Oaks. Recuperado a partir de <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=519216>
- Nielsen, J., & Tahir, M. (2001). *Homepage Usability: 50 Websites Deconstructed*. Nielsen Norman Group. Recuperado a partir de <http://www.nngroup.com/books/homepage-usability/>
- Oliver, C. (2012). Critical Realist Grounded Theory: A New Approach for Social Work Research. *British Journal of Social Work*, 42(2), 371-387.
- Ollman, B. (1976). *Alienation: Marx's conception of man in a capitalist society*. Cambridge University Press. Recuperado a partir de <http://books.google.de/books?hl=es&lr=&id=leblqcW-kFcC&oi=fnd&pg=PR7&dq=marx+alienation+of+labor+summary&ots=P62DsWR2i7&sig=zmYllmMlrKhjsOpMESdpnFkvMLY#v=onepage&q=marx%20alienation%20of%20labor%20summary&f=false>
- Ozarslan, Y. (2010). *Augmented Reality the Horizon of Virtual and Augmented Reality: The Reality of the Global Digital Age*. (Vol. 12). The Turkish Online Journal of Distance Education. Recuperado a partir de [http://tojde.anadolu.edu.tr/tojde43/pdf/review\\_1.pdf](http://tojde.anadolu.edu.tr/tojde43/pdf/review_1.pdf)
- Pagés, R., San Cornelio, G., & Roig, A. (2009). Talent and creativity wanted: models of collaboration between creators and industries. *Second Nature*, 1(1). Recuperado a partir de

[http://www.academia.edu/190761/\\_Talent\\_and\\_creativity\\_wanted\\_models\\_of\\_collaboration\\_between\\_creators\\_and\\_industries\\_](http://www.academia.edu/190761/_Talent_and_creativity_wanted_models_of_collaboration_between_creators_and_industries_)

- Palmer, M. T. (1995). Interpersonal Communication and Virtual Reality: Mediating Interpersonal Relationships. En *Communication in the Age of Virtual Reality* (pp. 277-303). Routledge. Recuperado a partir de <http://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=3X6JJy-ERK8C&oi=fnd&pg=PP2&dq=lanier+virtual+reality&ots=n6mWC8OonN&sig=zt2w7O5kOUUnWY-9vxOqoMi-DW0g#v=onepage&q=lanier%20virtual%20reality&f=false>
- Panourgias, N. S., Nandhakumar, J., & Scarbrough, H. (2013). Entanglements of creative agency and digital technology: A sociomaterial study of computer game development. *Technological Forecasting & Social Change*.
- Papastergiou, M. (2009). Digital Game-Based Learning in high school Computer Science education: Impact on educational effectiveness and student motivation. *Computers & Education*, 52, 1-12.
- Papert, S. (1996). An Exploration in the Space of Mathematics Educations. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 1(1), 95-123.
- Pena-Rios, A., Callaghan, V., Gardner, M., & Alhaddad, M. J. (2012). Towards the Next Generation of Learning Environments: An InterReality Learning Portal and Model. En *Intelligent Environments (IE)* (pp. 267-274). IEEE. Recuperado a partir de [http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=6258532&url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fxppls%2Fabs\\_all.jsp%3Farnumber%3D6258532](http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=6258532&url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fxppls%2Fabs_all.jsp%3Farnumber%3D6258532)
- Perandones, E. (2011). *El videojuego en los hospitales: Diseño e implementación de actividades y formación de educadores*. Universidad Complutense de Madrid. Recuperado a partir de <http://evaperandones.com/publicaciones.html>
- Peraya, D. (2010). Des médias éducatifs aux environnements numériques de travail: médiatisation et médiation. *Médiations*, 35-48.
- Peraya, D. (2011). Un regard sur la « distance », vue de la « présence ». *Distances et Savoirs*, 9(3), 445-452.
- Peraya, D. (2012). Quel impact les technologies ont-elles sur la production et la diffusion des connaissances? *Questions de Communication*, 21, 89-106.
- Peraya, D., & Viens, J. (2005). Culture des acteurs et modèles d'intervention dans l'innovation technopédagogique. *International Journal of Technologies in Higher Education*, 2(1). Recuperado a partir de [http://www.ritpu.org/IMG/pdf/ritpu\\_0201\\_peraya\\_viens-2.pdf](http://www.ritpu.org/IMG/pdf/ritpu_0201_peraya_viens-2.pdf)
- Pérez, E., & Sáncelz Coterón, L. (2013). Performance meets games: considering interaction strategies in game design. *Digital Creativity*, 24(2), 157-164.

- Pérez-López, D., & Contero, M. (2013). Delivering Educational Multimedia Contents through an Augmented Reality Application: A Case Study on its Impact on Knowledge Acquisition and Retention. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 12(4), 19-28.
- Pérez Serrano, G. (1990). *Investigación-acción. Aplicaciones al campo social y educativo*. Dykinson, Madrid.
- Perkins, D. (1981). *Six-Trait Snowflake Model of Creativity. The Mind's best Work*. Harvard University Press.
- Peters, O. (1967). *Das Fernstudium an Universitäten und Hochschulen : Didaktische Struktur und vergleichende Interpretation, ein Beitrag zur Theorie der Fernlehre*. Weinheim : Beltz. Recuperado a partir de <http://www.worldcat.org/title/fernstudium-an-universitaeten-und-hochschulen-didaktische-struktur-und-vergleichende-interpretation-ein-beitrag-zur-theorie-der-fernlehre/oclc/770658711>
- Pisticelli, A. (2002). *Ciberculturas 2.0. La Era de las Máquinas Inteligentes*. Buenos Aires: Paidós SAICF. Recuperado a partir de <http://wikilcie.wikispaces.com/file/view/Piscitelli,+Alejandro++Ciberculturas+20.pdf>
- Popper, F. (2007). *From technological to virtual art*. (MA): MIT Press.
- Prensky, M. (2001). *Digital game-based learning* (New York: McGraw-Hill.). Recuperado a partir de <http://www.itu.dk/people/jrbe/DMOK/Artikler/Computer%20games%20and%20learning%202006.pdf>
- Pucheu, D. (2014). L'altérité à l'épreuve de l'ubiquité informationnelle. *Hermès*, 68(1), 115-122.
- Qidwai, U. (2011). Fun to learn: project-based learning in robotics for computer engineers. *ACM Inroads*, 2(1), 42-45.
- Raskar, R., & Tumblin, J. (2008). Computational Photography. MIT MediaLab. Recuperado a partir de <http://web.media.mit.edu/~raskar/photo/>
- Ray, T. S. (1991). Evolution and optimization of digital organisms. En *Scientific Excellence in Supercomputing: The IBM 1990 Contest Prize Papers*, Athens, GA (pp. 489-531). The Baldwin Press, The University of Georgia.
- Reinoso Ortiz, R. (2012). Posibilidades de la Realidad Aumentada en la Educación. En *Tendencias Emergentes en Educación con TIC* (pp. 175-196). Espiral.

- Rekimoto, J., & Nagao, K. (1995). The World through the Computer: Computer Augmented Interaction with Real World Environments. Presentado en Proceedings of the 8th annual ACM symposium on User interface and software technology.
- Rifkin, J. (2014). *The Zero Marginal Cost Society: The Internet of Things, the Collaborative Commons, and the Eclipse of Capitalism*. Palgrave Macmillan Trade. Recuperado a partir de [http://www.amazon.com/Zero-Marginal-Cost-Society-Collaborative/dp/1137278463/ref=la\\_B000APENQ2\\_1\\_1?s=books&ie=UTF8&qid=1410254257&sr=1-1](http://www.amazon.com/Zero-Marginal-Cost-Society-Collaborative/dp/1137278463/ref=la_B000APENQ2_1_1?s=books&ie=UTF8&qid=1410254257&sr=1-1)
- Robinson, P. (1996). Robotics education and training: a strategy for development. *Industrial Robot: An International Journal*, 23(2).  
<http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1108/01439919610110807>
- Rodríguez Zoya, L. G., & Aguirre, J. L. (2011). Teorías de la Complejidad y Ciencias Sociales. Nuevas Estrategias Epistemológicas y Metodológicas. *Nómadas. Revista Crítica de Ciencias Sociales y Jurídicas*, 30(2). Recuperado a partir de [http://pendientedemigracion.ucm.es/info/nomadas/30/rdzzoya\\_aguirre.pdf](http://pendientedemigracion.ucm.es/info/nomadas/30/rdzzoya_aguirre.pdf)
- Romero, E., Lopez, A., & Hernandez, O. (2012). A pilot study of robotics in elementary education. Presentado en 10th Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology, Panama City, Panama. Recuperado a partir de <http://laccei.org/LACCEI2012-Panama/ExtendedAbstracts/EA008.pdf>
- Romo, M. (1986). Independencia de Campo y Pensamiento Divergente. *Revista de psicología general y aplicada: Revista de la Federación Española de Asociaciones de Psicología*, 41(5), 921-932.
- Romo, M. (1997). *Psicología de la creatividad*. Buenos Aires: Paidós.
- Rosenthal, M. (2004). *Joseph Beuys: Actions, Vitrines, Environments*. Yale University Press. Recuperado a partir de <http://www.amazon.es/Joseph-Beuys-Actions-Vitrines-Environments/dp/0300104960>
- Roszak, S. (2013). Raumbezogenes Hören. Ein Projekt zum kreativen Umgang mit Raumklang. En *Grund\_Schule Kunst Bildung* (pp. 70-77). Universität der Künste. Berlin: Athena-Verlag. Recuperado a partir de <http://www.grundschulekunstbildung.de/>
- Rubio-Tamayo, J. L.,. (2011). Espacio Digital y Net.art en el Contexto Narrativo Hipermedia: Experimentación Creativa y Artística TRANS-TIC. En *Narrativas Audiovisuales: Mediación y Convergencia* (pp. 64-84). Icono 14. Recuperado a partir de <http://es.scribd.com/doc/97631573/Narrativas-Audiovisuales-Mediacion-y-Convergencia>
- Rubio-Tamayo, J. L., Sáez López, J. M., & Domínguez, C. (2014). Entornos de Desarrollo Integrados para la Creación de Espacios Virtuales y Realidad Aumentada en las

Ciencias de la Educación: Kodu, Scratch y Aurasma. *XVIII Congreso Internacional de Tecnologías para la Educación y el Conocimiento - V de Pizarra Digital - Interculturalidad, Estrategias y Tecnologías – InterESTRATIC*.

Rubio-Tamayo, J. L., Saez López, J. M., & Gértrudix Barrio, M. (2014). Entornos Virtuales, Realidad Aumentada y DBR en el Contexto de Aprendizaje Situado: Intervenciones con Scratch. En *III Congreso Internacional Sociedad Digital*. Madrid: Icono 14.

Ruiz Torres, D. (2011). Realidad Aumentada, educación y museos. *Icono14*, 9(2), 212-226.

Rumbaugh, J. R., Blaha, M. R., Lorensen, W., Eddy, F., & Premerlani, W. (1990). Object-Oriented Modeling and Design. . *EUA: Prentice-Hal*, 1-103.

Runco, M. A. (2007). *Creativity: theories and themes: research, development, and practice*. Elsevier Academic Press. Burlington, MA.

Runco, M. A. (2014). *Creativity: Theories and themes: Research, development, and practice*. Elsevier.

Ryan, M. L. (2001). *Narrative as Virtual Reality: Immersion and Interactivity in Literature and Electronic Media*. Baltimore, MD, USA: Johns Hopkins University Press. Recuperado a partir de <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=600034>

Saez López, J. M. (2012). Valoración del impacto que tienen las TIC en educación primaria en los procesos de aprendizaje y en los resultados a través de una triangulación de datos. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 11(2), 11-24.

Sáez López, J. M., & Miyata, Y. (2013). Integrating Scratch in Primary Education. *scratch2013bcn.org*. Recuperado a partir de <http://www.scratch2013bcn.org/sites/default/files/webform/INTEGRATING%20SCRA%20IN%20PRIMARY%20EDUCATION.pdf>

Saez López, J. M., & Ruiz-Gallardo, J. -R. (2013). Enseñanza de las ciencias, tecnología educativa y escuela rural: un estudio de casos. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 12(1), 45-61.

Saez López, J. M., & Ruiz Ruiz, J. M. (2012). Metodología Didáctica y Tecnología Educativa en el Desarrollo de las Competencias Co. *Revista Curriculum y Formación del Profesorado*, 16(3).

Sánchez Coterón, L. (2012). *Arte y Videojuegos: Mecánicas, Estéticas y Diseño de Juegos en Prácticas de Creación Contemporánea*. Complutense de Madrid, Madrid. Recuperado a partir de [http://www.academia.edu/2109074/Arte\\_y\\_Videojuegos\\_mecanicas\\_esteticas\\_y\\_dise%no\\_de\\_juegos\\_en\\_practicas\\_de\\_creacion\\_contemporanea](http://www.academia.edu/2109074/Arte_y_Videojuegos_mecanicas_esteticas_y_dise%no_de_juegos_en_practicas_de_creacion_contemporanea)

- Sánchez-Franco, M. J. (2010). WebCT – The quasimoderating effect of perceived affective quality on an extending Technology Acceptance Model. *Computers & Education*, 54(1), 37-46.
- San Cornelio, G. (2012). Beyond Simulation As Substitution: From Mixed Reality To Ego-Shots. *Artnodes*, 12. Recuperado a partir de <http://www.uoc.edu/ojs/index.php/artnodes/article/viewPDFInterstitial/n12-numero-completo/n12-full-issue-en#page=3>
- San Cornelio, G., Alberich, J., Alsina, P., Pagés, R., & Roig, A. (2010). *Exploraciones creativas. Prácticas artísticas y culturales de los nuevos medios*. UOC Press. Recuperado a partir de <http://www.mediaccions.net/exploraciones-creativas-practicas-artisticas-y-culturales-de-los-nuevos-medios/>
- Schafer, R. M. (1985). Acoustic space. En *Dwelling, place and environment* (pp. 87-98). Springer Netherlands. Recuperado a partir de [http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-010-9251-7\\_6#page-1](http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-010-9251-7_6#page-1)
- Schafer, R. M. (1993). *The soundscape: Our sonic environment and the tuning of the world*. Inner Traditions/Bear & Co.
- Schank, R. C. (1993). Learning via multimedia computers. *Communications of the ACM*, 35(5), 54-56.
- Schank, R. C., Berman, T. R., & Macpherson, K. A. (1999). Learning by doing. Instructional design theories and models: A new paradigm of instructional theory., 2, 161-181.
- Schärfe, H. (2004). *CANA: A study in computer-aided narrative analysis*. Aalborg University, Dept. of Communication.
- Schmitt, L., Buisine, S., Chaboissier, J., Aoussat, A., & Vernier, F. (2012). Dynamic tabletop interfaces for increasing creativity. *Computers in Human Behavior*, 28, 1892-1901.
- Schrage, M. (2014). *The Innovator's Hypothesis: How Cheap Experiments Are Worth More than Good Ideas*. The MIT Press. Recuperado a partir de <http://www.amazon.com/The-Innovators-Hypothesis-Cheap-Experiments/dp/0262028360>
- Searle, J. R. (2001). The Failures of Computationalism. *Psychology*, 12(60). Recuperado a partir de <http://users.ecs.soton.ac.uk/harnad/Papers/Harnad/harnad93.symb.anal.net.searle.html>
- Secchi, H. A. (2008). *Una Introducción a los Robots Móviles* (Brasileña (Portugues, 2012)). Universidad Nacional de San Juan. Argentina.: Instituto de Automática - INAUT. Recuperado a partir de [http://www.obr.org.br/wp-content/uploads/2013/04/Uma\\_Introducao\\_aos\\_Robos\\_Moveis.pdf](http://www.obr.org.br/wp-content/uploads/2013/04/Uma_Introducao_aos_Robos_Moveis.pdf)

- Serrano Pastor, F. J., Alfageme González, M. B., & Sánchez Rodríguez, P. A. (2012). Percepción de los Estudiantes Universitarios sobre el Uso Educativo de los Videojuegos. En *Tendencias Emergentes en Educación con TIC* (pp. 227-244). Espiral.
- Seyama, J. I., & Nagayama, R. S. (2007). The uncanny valley: Effect of realism on the impression of artificial human faces. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 16(4), 337-351.
- Shanken, E. A. (2014). In Forming Software: Systems, Structuralism, Demythification. *Icono14*, 12(2), 9-27.
- Shannon, C. E. (2001). A mathematical theory of communication. *ACM SIGMOBILE Mobile Computing and Communications Review*, 5(1), 3-55.
- Shirky, C. (2009). *Here Comes Everybody: The Power of Organizing Without Organizations*. Penguin. Recuperado a partir de <http://www.amazon.es/Here-Comes-Everybody-Organizing-Organizations/dp/0143114948>
- Shirky, C. (2011). *Cognitive Surplus: How Technology Makes Consumers into Collaborators*. Penguin Books. Recuperado a partir de <http://www.amazon.com/Cognitive-Surplus-Technology-Consumers-Collaborators/dp/0143119583>
- Sierra Sánchez, J., & García García, F. (2014). *Tecnología y Narrativa Audiovisual*. Fragua. Recuperado a partir de <http://www.casadellibro.com/libro-tecnologia-y-narrativa-audiovisual/9788470746277/2305764>
- Simondon, G. (1958). *Du mode d'existence des objets techniques* (2012.º ed.). Aubier. Recuperado a partir de <http://www.franceculture.fr/oeuvre-du-mode-d-existence-des-objets-techniques-de-gilbert-simondon>
- Simonton, D. K. (1988). *Scientific Genius: A Psychology of Science*. Cambridge University Press.
- Singh, S. S., Pattnaik S. S., Sardana H. K., & Bajpai P. P. (2012). Analysis of Errors and Distortions in Stroke Form of Symbolology for Head-up Displays. *Lecture Notes in Engineering and Computer Science*, 2196(1), 1302-1306.
- Stapleton, C., & Davies, J. (2011). Imagination: The third reality to the virtuality continuum. *Mixed and Augmented Reality - Arts, Media, and Humanities (ISMAR-AMH), 2011 IEEE International Symposium On*, 53-60.
- Steinkuehler, C. (2011). Video games and digital literacies. *Journal of Adolescent & Adult Literacy*, 54(1), 61-63.
- Steinkuehler, C., & Johnson, B. Z. (2009). Computational literacy in online games: The social life of mods. *International Journal of Gaming and Computer-Mediated Simulations*



- (IJGCMS), 1(1). Recuperado a partir de <http://www.igi-global.com/article/computationalliteracy-online-games/2161>
- Stephenson, N. (1992). *Snow Crash*. Spectra.
- Sternberg, R. J. (1985). *Beyond IQ: A Triarchic Theory of Intelligence*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Steuer, J. (1992). Defining Virtual Reality: Dimensions Determining Telepresence. *Journal of Communication*, 42(4), 73-93. <http://doi.org/10.1111/j.1460-2466.1992.tb00812>.
- Strauss, A. L., & Corbin, J. (1994). Grounded theory methodology. *Handbook of Qualitative Research*, 273-285.
- Sturbin, L. H. (2013). Art and Science: Convergence in the Framework of Complexity Theory - Arte y ciencia: convergencias en el marco de la teoría de la complejidad. *Artnodes*, 13. Recuperado a partir de <http://www.uoc.edu/ojs/index.php/artnodes/article/view/n13-stubrin/n13-stubrin-es>
- Száva-Kováts, E. (2004). The false 'Ortega Hypothesis': a literature science case study. *Journal of Information Science*, 30(6). Recuperado a partir de <http://jis.sagepub.com/content/30/6/496.abstract>
- Taylor, F. W. (1911). *The Principles of Scientific Management* (2004.ª ed.). Routledge. Recuperado a partir de <http://www.searchengine.org.uk/pdfs/8/917.pdf>
- Thomas, D. (2003). *Hacker Culture*. Paperback. Recuperado a partir de <http://www.amazon.com/Hacker-Culture-Douglas-Thomas/dp/0816633460>
- Timmermans, S., & Tavory, I. (2012). Theory Construction in Qualitative Research From Grounded Theory to Abductive Analysis. *Sociological Theory*, 30(3), 167-186. <http://doi.org/10.1177/0735275112457914>
- Tornero Lorenzo, P. (2009). *Tecnologías de la Creatividad: Conexiones entre Arte y Ciencia en la Contemporaneidad*. Complutense de Madrid - Autónoma de Madrid. Recuperado a partir de <http://www.icono14.net/ojs/index.php/icono14/thesis/view/35>
- Torrance, E. P. (1966). *Torrance Tests of Creative Thinking*. Lexington, MA: Personnel Press.
- Torrance, E. P. (1974). *The Torrance Tests of Creative Thinking - Norms - Technical Manual Research Edition*. Princeton, N. J.: Personnel Press.
- Torrance, E. P. (1990). *The Torrance Tests of Creative Thinking: Norms- Technical manual figural (streamlined) forms A & B*. Bensenville, IL: Scholastic Testing Service, Inc.
- Torrance, E. P. (1999). *Making the creative leap beyond: Revision of the search for satori and creativity*. Buffalo, NY: CEF Press.

- Toynbee, A. J. (1939). *A Study of History*. Oxford University Press.
- Toynbee, A. J. (1948). *Civilization on Trial*. Oxford University Press.
- Trenta, M. (2014). Modelos de Negocio Emergentes en la Industria del Videojuego. *Icono14*, 12(1), 347-373. <http://doi.org/ri14.v12i1.565>
- Trinidad Requena, A., Carrero Planes, V., & Soriano Miras, R. M. (2006). *Teoría fundamentada «Grounded theory»: la construcción de la teoría a través del análisis interpretacional*. Centro de Investigaciones Sociológicas,. Recuperado a partir de [http://books.google.es/books/about/Teor%C3%ADa\\_fundamentada\\_Grounded\\_theory.html?id=yxtGMuCSDe4C](http://books.google.es/books/about/Teor%C3%ADa_fundamentada_Grounded_theory.html?id=yxtGMuCSDe4C)
- Trinidad Requena, A., & Jaime Castillo, A. (2007). Meta-Análisis de la investigación cualitativa. El caso de la evaluación del Plan Nacional de Evaluación y Calidad Universitaria en España. *Revista Internacional de Sociología*, 47, 47-51.
- Turing, A. (1950). Computing Machinery and Intelligence. *Mind*, 59, 433-460.
- Turner, M., Kitchenham, B., Brereton, P., Charters, S., & Budgen, D. (2010). Does the technology acceptance model predict actual use? A systematic literature review. *Information and Software Technology*, 52(5), 463–479.
- Utting, I., Cooper, S., Kölling, M., Maloney, J., & Resnick, M. (2010). Alice, Greenfoot, and Scratch – A Discussion. *ACM Trans. Comput. Educ.*, 10(4).
- Valente, T. W., & Bardini, T. (1995). Virtual Diffusion or an Uncertain Reality: Networks, Policy, and Models for the Diffusion of VR Technology. En *Communication in the Age of Virtual Reality* (pp. 303-322). Routledge. Recuperado a partir de <http://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=3X6JJy-ERK8C&oi=fnd&pg=PP2&dq=lanier+virtual+reality&ots=nómWC8OonN&sig=zt2w7O5kOUUnWY-9vxOqoMi-DW0g#v=onepage&q=lanier%20virtual%20reality&f=false>
- Val, S., & Pastor, J. (2012). Robotics in education. Methodology and approach to technical subjects based in projects. *ARSA - Advanced Research in Scientific Areas*, 3(7), 1917-1921.
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. *MIS Quarterly*, 27(3), 425-478.
- Ventatesh, V., & Davis, F. (2000). A Theoretical Extension of the Technology Acceptance Model: Four Longitudinal Field Studies. *Management Science*, 46(2), 186-204.
- Viens, J. (2007). Intégration des savoirs d'expérience et de la recherche : l'incontournable systémique. En *Les technologies éducatives : une opportunité d'articuler les savoirs d'expérience et ceux issus de la recherche ?*. Bruxelles: De Boeck.

- Viens, J., & Wyrsh, A. (2004). Regard historique et perspectives sur l'évaluation au service de la qualité des formations en ligne. In J. VIENS, A. Wyrsh et F. Baeriswyl (dir.). *eLearning: Concepts d'évaluation et applications. Revue suisse des sciences de l'éducation*, 26(2), 181-204.
- Virnes, M., & Sutinen, E. (2009). Topobo in kindergarten: educational robotics promoting dedicated learning. *Proceedings of the 17th International Conference on Computers in Education*. Recuperado a partir de <http://www.icce2009.ied.edu.hk/pdf/c5/proceedings690-697.pdf>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society. The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Walter, W. G. (1950). An Imitation of Life. *Scientific American*, 42-45.
- Walter, W. G. (1963). *The Living Brain*. New York: W. W. Norton.
- Wands, B. (2007). *Art of the Digital Age*. Thames & Hudson. Recuperado a partir de <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1534611>
- Welch, G., & Bishop, G. (1995). An Introduction to the Kalman Filter. Recuperado a partir de <http://clubs.ens-cachan.fr/krobot/old/data/positionnement/kalman.pdf>
- Wertheimer, M. (1945). *Productive thinking*. Harper. Recuperado a partir de [http://books.google.de/books/about/Productive\\_Thinking.html?id=7gcNAAAAIAAJ&redir\\_esc=y](http://books.google.de/books/about/Productive_Thinking.html?id=7gcNAAAAIAAJ&redir_esc=y)
- Wesche, L. (2013). Ich bin die Stadt: Kindern intervenieren in öffentlichen Raum. En *Grund\_Schule Kunst Bildung* (pp. 34-39). Universität der Künste. Berlin: Athena-Verlag. Recuperado a partir de <http://www.grundschulekunstbildung.de/>
- Wiener, N. (1948). *Cybernetics: Theory of Control and Communication in the animal and the machine* (2nd Edition). The MIT Press. Recuperado a partir de <http://www.google.pt/books?id=NnM-ulSyywAC&pg=PR7&ots=xfTs8zfAp&dq=cybernetic%20theory%20of%20control&lr&hl=es&pg=PR7#v=onepage&q=cybernetic%20theory%20of%20control&f=false>
- Wiggins, G. A. (2006). Searching for computational creativity. *New Generation Computing*, 24(3), 209-222.
- Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 366(1881), 3717-3725.
- Wittmann, H. (1974). Topics in the theory of narrative algorithms. *Travaux linguistiques de l'Université du Québec à Trois-Rivières*.

- Wojciechowski, R., & Cellary, B. (2010). Interactive learning environments in augmented reality technology. *EduAction: Electronic Education Magazine*, 1(1), 42-48.
- Wolf, M., & McQuitty, S. (2011). Understanding the Do-It-Yourself Consumer: DIY Motivation and Outcomes. *Academy of Marketing Science Review*, 1(3-4), 154-170.
- Wood, S., & Romero, P. (2010). Learner centred design for a hybrid interaction application. *Educational Technology & Society*, 13(3), 43-54.
- Yancey Martin, P., & Turner, B. A. (1986). Grounded Theory and Organizational Research. *Journal of Applied Behavioral Science*, 22(2), 141-157.
- Yee, N., & Bailenson, J. N. (2007). The Proteus Effect: The Effect of Transformed Self-Representation on Behavior. *Human Communication Research*, 33, 271-290.
- Yee, N., Bailenson, J. N., & Ducheneaut, N. (2009). The Proteus Effect Implications of Transformed Digital Self-Representation on Online and Offline Behavior. *Communication Research*, 36(2), 285-312.
- Yengin, D. (2011). Digital Game as a New Media and Use of Digital Game in Education. *The Turkish Online Journal of Design, Art and Communication*, 1(1), 20-25.
- Yorozu, Y., Hirano, M., Oka, K., & Tagawa, Y. (1987). Electron spectroscopy studies on magneto-optical media and plastic substrate interface. *IEEE Transl. J. Magnetism in Japan*, 8(2), 740-741.
- Young, M. F., Slota, F., Cutter, A. B., Jalette, G., Mullin, G., Lai, B., ... Yukhymenko, M. (2012). Our Princess Is in Another Castle: A Review of Trends in Serious Gaming for Education. *Review of Educational Research*, 82(1), 61-89.
- Yuen, A. (2003). Fostering learning communities in classrooms: A case study of Hong Kong schools. *Educational Media International*, 40(1-2), 153-162.
- Zhang, M., & Kang, J. (2007). Towards the evaluation, description, and creation of soundscapes in urban open spaces. *Environment And Planning B Planning And Design*, 34(1), 68-85.
- Zhao, Z., Badam, S. K., Chandrasegaran, S., Park, D. G., Elmqvist, N. L., Kisselburgh, L., & Ramani, K. (2014). skWiki: a multimedia sketching system for collaborative creativity. *Proceedings of the 32nd annual ACM conference on Human factors in computing systems*, 1235-1244.
- Zimmermann, A. (2013). RaumWechsel: Rauminterventionen. En *Grund\_Schule Kunst Bildung* (pp. 62-69). Universität der Künste. Berlin: Athena-Verlag. Recuperado a partir de <http://www.grundschulekunstbildung.de/>



## 11.2. Referencias Web



- Active Worlds: plataforma de realidad virtual en 3D*. Recuperado en 2014-10-13  
 <<http://web.activeworlds.com/index.php>>
- Anasol Peña Ríos. Prlosana.com. Recuperado 2014-10-12 <<http://prlosana.com/>>
- Anderson, C. (2004). The Long Tail. *WIRED (Internet Edition)*. Recuperado en 2012-10-14 <<http://archive.wired.com/wired/archive/12.10/tail.html>>
- Anderson, C. (s.F.). *The Long Tail*. Recuperado en 2013-10-06 de  
 <<http://www.longtail.com/about.html>>
- AR Toolkit*. Recuperado en 2014-12-20 de <<http://artoolkit.sourceforge.net/>>
- ARart*. Recuperado en 2015-03-12 de <<http://arart.info/>>
- Arcbotics*. Recuperado 2014-11-04 <<http://arcbotics.com/products/hexy/>>
- Architip*. Recuperado en 2015-03-12 de <<http://www.architip.com/>>
- Argote, J. I. (s.F.). Net.art, arte en la red. *ITE - Instituto de Tecnologías Educativas. Recursos Didácticos de Net.art*. Recuperado en 2015-10-11. <<http://ignacio-argote.blogspot.com/2008/04/netart-arte-en-la-red.html>>
- Arsgames.net*. Recuperado en 2014-12-01 <<http://arsgames.net/>>
- Arts Metaverse 100*. Recuperado en 2014-06-07. <<http://artsmetaverse.arts.ubc.ca/>>
- Arts Metaverse*. Recuperado 2014-01-08 <<http://artsmetaverse.arts.ubc.ca/>>
- Atta*. Recuperado en 2015-03-12 de <<http://www.attacommunity.com/>>
- Audiogames. ArsGames*. Recuperado en 2014-08-05 de  
 <<http://www.audiogames.arsgames.net/>>
- Augmented Reality Barcelona*. Recuperado en 2015-03-1  
 <<http://augmentedrealitybarcelona.com/>>
- Augmented Resistance. FI Content*. Recuperado en 2015-03-12 de  
 <<http://mediafi.org/tag/augmented-resistance/>>
- Bayonet Robles, L. E. (2008). Internet como recurso didáctico. Recuperado 2015-01-05.  
 <<http://www.slideshare.net/ebayonet/internet-como-recurso-educativo-presentation>>



Bennet, B. (s.f.). TeachLIVE and the Absurdity of Progress. *ohheybrian.com*. Recuperado 2015-01-16. <<http://www.brianbennett.org/blog/teachlive-and-the-absurdity-of-progress/>>

Bluecadet. Recuperado en 2014-12-27. <<http://www.bluecadet.com/>>

Buitrago Parias, S. (2013). Fordismo y Postfordismo: Control Social y Educación. Vinculando.org. Recuperado en 2014-09-10. <[http://vinculando.org/articulos/sociedad\\_america\\_latina/fordismo-y-postfordismo-control-social-y-educacion.html](http://vinculando.org/articulos/sociedad_america_latina/fordismo-y-postfordismo-control-social-y-educacion.html)>

Carebic Johnson, M. (s.f.). Teorías sobre la creatividad. *Psicología online*. Recuperado en 2014-07-15. <[http://www.psicologia-online.com/articulos/2006/pensamiento\\_creativo.shtml](http://www.psicologia-online.com/articulos/2006/pensamiento_creativo.shtml)>

Carletti, E. J. (2012). El efecto del Valle Inquietante en el aspecto de los robots. Robots Argentina. Recuperado en 2014-11-27 de <<http://robots-argentina.com.ar/not/12/072501.htm>>

CAVE. Recuperado en 2014-02-12 de <[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6d/CAVE\\_Crayoland.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6d/CAVE_Crayoland.jpg)>

Centro de Automática y Robótica (CAR). Centro Mixto UPM-CSIC. Recuperado en 2014-10-18. <<http://www.upm.es/institucional/UPM/Centros/CentrosMadrid/CAR>>

ChronoLeap: The Great World's Fair Adventure!™: *Sreal Server. Interactive Games*. Recuperado 2015-01-10 <<http://srealserver.eecs.ucf.edu/chronoleap/>>

Codespells. Recuperado en 2015-01-12. <<http://codespells.org/>><<http://www.cnet.com/news/codespells-write-code-invent-magic-spells/#ftag=CAD590a51e>>

Collada. [Esquema basado en XML para el traslado de propiedades de objetos virtuales tridimensionales entre aplicaciones o envío entre usuarios]. Recuperado 2015-02-10 <<https://collada.org/>>

Craft. Recuperado en 2014-12-27 <<http://www.buildwithcraft.co/>>

Cukavac, T. (2011). What Does the Internet Look Like? *scholastic.com*. Recuperado 2014-11-12 <<http://www.scholastic.com/browse/article.jsp?id=3756792>>

Cyberneticzoo.com. *A history of cybernetic animals and early robots*. Recuperado 2014-11-16 <<http://cyberneticzoo.com/tag/m-speculatrix/page/3/>>

Dans, E. (2014). No, Nick, no hemos llegado aún. *Sobre "Atrapados" de Nicholas Carr*. Recuperado en 2014-10-16. <<http://www.enriquedans.com/2014/09/sobre-atrapados-de-nicholas-carr.html>>

Darwin-OP (Open Platform Humanoid Project). Recuperado 2015-03-01.  
 <[http://www.robotis.com/xe/darwin\\_en](http://www.robotis.com/xe/darwin_en)>

Datajournalism. *Stanford*. Recuperado 2015-02-02.  
 <<http://datajournalism.stanford.edu/>>

Davis, D. (1994). *The World's First Collaborative Sentence*. Whitney Museum of American Art. Recuperado en 2014-12-23 de  
 <<http://whitney.org/Exhibitions/Artport/DouglasDavis>>

de la Torre, G. (s.F.) «Teoría Fundamentada o Grounded Theory». *Academia.edu*. Recuperado 2014-04-30.  
 <[http://www.academia.edu/1332754/Teoria\\_Fundamentada\\_o\\_Grounded\\_Theory](http://www.academia.edu/1332754/Teoria_Fundamentada_o_Grounded_Theory)>

Deeny, K. (s.F.) Actor-Network Theory. *Pbworks.com*. Recuperado 2015-01-12  
 <<http://510bds.pbworks.com/w/page/3872233/Actor-Network%20Theory>>

*Design and Innovation Lab. Arts et Métiers Paris Tech*. Recuperado 2015-02-02.  
 <<http://cpi.paris.ensam.fr/>>

DiamondSpin Tabletop Toolkit Project. Recuperado 2014-11-21.  
 <<http://diamondspin.free.fr/>>

Dr. Training - Proyecto de Investigación para la formación de médicos en entornos virtuales interactivos (Ciberimaginario). Recuperado 2014-10-10.  
 <<http://www.ciberimaginario.es/produccion-cientifica/item/62-dr-training>>

*E2I Creative Studio*. Recuperado en 2014-12-10 de <<http://e2i.ist.ucf.edu/project/79>>

Edutech Wiki - IMS LD: *The theatre metaphor*. Recuperado 2014-10-12  
 <[http://edutechwiki.unige.ch/en/IMS\\_Learning\\_Design#The\\_theatre\\_metaphor](http://edutechwiki.unige.ch/en/IMS_Learning_Design#The_theatre_metaphor)>

*El plagio y la honestidad académica. CI2*. Recuperado 2014-12-19.  
 <<http://ci2.es/objetos-de-aprendizaje/tutorial-de-plagio>>

*Engino Robotics*. Recuperado 2014-10-06. <<http://www.engino.com/robotics/>>

*Espacio Digital. Imaginas*. Recuperado en 2010-09-03 de  
 <[http://www.imaginas.net/galeria/espacio\\_digital.htm](http://www.imaginas.net/galeria/espacio_digital.htm)>

*Eyewriter*. Recuperado en 2014-01-30 <<http://www.eyewriter.org/>>

Fernández, J. R. (2014). Marioneta Robotizada con Lectores de Pantalla en Scratch. *Youtube*. Recuperado 2014-12-12 <[http://www.youtube.com/watch?v=jxEBór\\_lycs](http://www.youtube.com/watch?v=jxEBór_lycs)>

Fernández, J. R., Turienzo, D. (2014). Robotización de proyectos de Tecnología con Scratch 2.0. Marioneta inteligente y videojuegos en 3D. *El blog de SIMO Educación*.

Recuperado 2014-12-12 <<http://elblogdesimoeducacion.es/robotizacion-de-proyectos-de-tecnologia-con-scratch-2-0-marioneta-inteligente-y-videojuegos-en-3d/>>

Ferragud, I. (2012) Computación afectiva y Codificación de emociones. *Thinkbig*. Recuperado en 2014-11-18. <<http://blogthinkbig.com/la-computacion-afectiva-y-la-codificacion-de-la-emociones/>>

*Fischertechnik Computing* (Robotics). Recuperado en 2014-11-18. <<http://www.fischertechnik.de/en/Home.aspx>>

*Frontier - Center for Creativity - University of Art and Design (Santa Fe)*. Recuperado en 2014-08-10. <<http://www.wearethefrontier.com/dashboard>>

Frost, A. (2010). Knowledge Management. KMT. Recuperado 2014-11-15 <<http://www.knowledge-management-tools.net/>>.

*Fuzzy Math*. Recuperado en 2014-12-27 <<http://fuzzymath.com/>>

Galeno XXI. [Proyecto de investigación para la formación de médicos dentro de entornos virtuales3D]. *Ciberimaginario*. Recuperado en 2014-03-12. <<http://www.ciberimaginario.es/index.php/component/k2/item/4-galenoxxi>>

*Game-Learn* (Proyecto de Game-Based learning en España). Recuperado en 2014-03-12. <<http://www.game-learn.com/es/>>

*Gamestar(t)*. ArsGames. Recuperada en 2014-12-02 de <<http://gamestart.arsgames.net/formacion/tecnologia-robotica-videojuegos/>>

*Gazebo Simulator*. Recuperado en 2015-01-12 de <<http://gazebo.org/>>

González, J. F. (2014). Mexico, pionero en Realidad Virtual aplicada a la Medicina. *Saludymedicinas.com*. Recuperado en 2015-12-05 <<http://www.saludymedicinas.com.mx/centros-de-salud/salud-mental/articulos-relacionados/mexico-realidad-virtual-aplicada-medicina.html>>

Granollers, T., Lorés, J., Raimat, G., Junyent, Tartera, E. (2014). Vilars. Un nuevo modelo de diálogo aplicando Realidad Aumentada. *ResearchGate*. Recuperado en 2015-03-12 de <[http://www.researchgate.net/publication/267216234\\_Vilars.\\_Un\\_nuevo\\_modelo\\_de\\_dilogo\\_aplicando\\_Realidad\\_Aumentada.](http://www.researchgate.net/publication/267216234_Vilars._Un_nuevo_modelo_de_dilogo_aplicando_Realidad_Aumentada.)>

Gregoire, C. (2014). *Why These Neuroscientists Are Prescribing Video Games?* <http://www.huffingtonpost.com>. Recuperado 2015-03-15 de <[http://www.huffingtonpost.com/2014/10/29/autism-video-games\\_n\\_6056634.html](http://www.huffingtonpost.com/2014/10/29/autism-video-games_n_6056634.html)>

*Group MOOC*. Recuperado en 2015-03-12 de <<http://www.groupmooc.com/>>

Guimarães Jr., C. S. S. & Maciel, E., (2014). *Cibertrónico: Proyecto de Robótica y Plataformas de Hardware y Kits Educativos*. Recuperado en 2015-01-10. <<http://www.cybertronico.com.br/>>

*Hackidemia*. Recuperado en 2014-07-16 de <<http://www.hackidemia.com/workshops/>>

*Handbook for New Employees*. Valve Software. Recuperado en 2015-01-18 en <[http://media.steampowered.com/apps/valve/Valve\\_Handbook\\_LowRes.pdf](http://media.steampowered.com/apps/valve/Valve_Handbook_LowRes.pdf)>

Harrell, F. (2013). *Phantasmal Media*. MIT. Recuperado de 2014-10-16 <http://newsoffice.mit.edu/2013/fox-harrell-phantasmal-media-1023>

Harris, H. (2008). How Haptic Technology Work. *HowStuffWorks.com*. Recuperado en 2014-12-12 de <<http://electronics.howstuffworks.com/everyday-tech/haptic-technology1.htm>>

*Hexy – Open Source Low Cost Fully Articulating DIY Robot Kit*. Recuperado en 2015-10-27. <<http://arcbotics.com/products/hexy/>>

*Hour of Code*. Recuperado en 2015-02-25 de <<http://hourofcode.com/us>>

*Houshamadyan. A Project to reconstruct Ottoman Armenian town and villaje life*. Recuperado en 2015-03-12 de <http://www.houshamadyan.org/en/home.html>

Hughes, V. (2014). This video game might be the future of ADHD and Alzheimer's treatment. *The Verge [Online]*. Recuperado en 2015-03-16 de <<http://www.theverge.com/2014/10/24/7033981/what-if-video-games-could-actually-make-you-healthier>>

*Humansim*. Recuperado en 2015-03-12 de <<http://www.humansim.com/>>

IMS Learning Design. Edutech Wiki. Recuperado 2014-11-16. <<http://www.aral.com.au/resources/grounded.html>> <[http://edutechwiki.unige.ch/en/IMS\\_Learning\\_Design](http://edutechwiki.unige.ch/en/IMS_Learning_Design)>

Information is Beautiful. Recuperado en 2014-10-08. <<http://www.informationisbeautiful.net/>>

*Ingress*. Recuperado en 2015-03-12 de <<https://www.ingress.com/intel/>>

*Interactivos? Medialab Prado*. Recuperado en 2015-03-20 de <[http://medialab-prado.es/article/que\\_es\\_interactivos](http://medialab-prado.es/article/que_es_interactivos)>

*Inusual: Innovación Creativa*. Recuperado en 2015-01-11. <<http://inusual.com/articulos/que-es-la-innovacion-creativa/>>

Jasmine. Proyecto de Robótica de Enjambres (Swarm Robotics) de código abierto. Swarmrobot. 2014-11-03. <<http://www.swarmrobot.org/imagesvideos.html>>.

Juste, J. (2011). El Metaverso. La Escritura del Imaginario. CW LAB. Recuperado en 2014-01-11. <<http://citywiki.ugr.es/lab/blog/2011/03/el-metaverso-la-escritura-del-imaginario/>>

Kennedy, J. M. (2008). La Rosa de Bloom. [Disponible bajo la licencia CC BY 2.5 vía *Wikimedia Commons*]. Recuperado 2014-12-12. <[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:La\\_rosa\\_de\\_Bloom.png#mediaviewer/File:La\\_rosa\\_de\\_Bloom.png](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:La_rosa_de_Bloom.png#mediaviewer/File:La_rosa_de_Bloom.png)>

Klaptek. Recuperado en 2015-03-12 de <<http://klaptek.com>>

Kokori. Recuperado en 2015-03-12 de <<http://www.kokori.cl/>>

Kokoromi [Colectivo de Videojuegos Experimentales]. Recuperado 2014-08-06. <<http://www.kokoromi.org/>>

La taxonomía cognitiva de Bloom. Recuperado 2014-12-12 de <[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:La\\_rosa\\_de\\_Bloom.png#mediaviewer/File:La\\_rosa\\_de\\_Bloom.png](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:La_rosa_de_Bloom.png#mediaviewer/File:La_rosa_de_Bloom.png)>

Lavars, N. (2014). iOptik augmented reality contact lens prototype to be unveiled at CES. iOptik. *Gizmag.com*. Recuperado en 2015-03-12 de <http://www.gizmag.com/ioptik-ar-contact-lens-ces/30310/>

Learn Worlds. Recuperado en 2015-03-12 de <<http://www.learnworlds.com/>>

Lego Mindstorm NXT. Recuperado 2014-10-02. <<https://education.lego.com/es-es/lesi?domainredir=www.legoeducation.us>>

Levelhead. Recuperado en 2015-02-25 de <<http://julianoliver.com/levelhead/>>

Lewis, T. (2012). Stanford University's Septris app combines gamification of healthcare with CME. *iMedicalApps*. Recuperado en 2015-03-15 de <<http://www.imedicalapps.com/2012/02/stanfords-septris-brings-gamification-healthcare-cme/>>

Lindt, I. y Broll, W. (2004). NetAttack - First Steps towards Pervasive Gaming. *Ercim.eu*. Recuperado en 2015-03-20 de <[http://www.ercim.eu/publication/Ercim\\_News/enw57/lindt.html](http://www.ercim.eu/publication/Ercim_News/enw57/lindt.html)>

Machina Speculatrix. *extremenxt.com*. Recuperado 2014-11-16. <<http://www.extremenxt.com/walter.htm>><[http://www.beamwiki.org/wiki/Machina\\_Speculatrix](http://www.beamwiki.org/wiki/Machina_Speculatrix)>

Machinima Open Studio Project. Recuperado 2015-10-17.  
 <<http://machinimasl.blogspot.com.es/p/classes.html>>

Master Mecatrónica. *Universidad de Málaga*. Recuperado 2014-11-21.  
 <<http://www.isa.uma.es/C6/mastermecatronica/default.aspx>>.

McBride, S. (2012). US patent lawsuits now dominated by 'trolls' –study. *Reuters*, 2012. *Patents USA lawsuits*. <<http://www.reuters.com/article/2012/12/10/patents-usa-lawsuits-idUSL1E8NA55M20121210>>

McCandless, D. (2010). TED Talk. The beauty of data visualization. *TED Global 2010*. Recuperado 2014-11-12.  
 <[http://www.ted.com/talks/david\\_mccandless\\_the\\_beauty\\_of\\_data\\_visualization](http://www.ted.com/talks/david_mccandless_the_beauty_of_data_visualization)>

Media Design School - Auckland - New Zealand. Recuperado 2015-09-16. <<http://www.mediadesignschool.com/courses/game-art-programming/>>

Media Facades Festival Europe 2010. Vimeo.com. Recuperado en 2014-20-12 de <<https://vimeo.com/17897651>>

Medialab Prado (s.f.). *Michelle Riel*. Recuperado en 2013-08-05. <[http://medialab-prado.es/person/michelle\\_riel](http://medialab-prado.es/person/michelle_riel)>

Mobile World Capital. Recuperado en 2015-03-12 de <<http://mobileworldcapital.com/es/475/>>

Modelos de Comunicación. Teocom. Recuperado en 2014-12-20 de <<http://teocom.weebly.com/claude-shannon/claude-shannon>>

Molleindustria. Recuperado en 2014-07-10 <<http://www.molleindustria.org/>>.

Moviesandbox. An open-source realtime animation tool (Machinimas). Recuperado 2015-02-10. <<http://www.moviesandbox.net/>>

Multitouch Barcelona. Recuperado 2013-03-10 <<http://multitouch-barcelona.com>>

Nauert, R. (2012). Therapeutic Video Games Aimed at Variety of Illnesses. *http://psychcentral.com*. Recuperado en 2015-03-15 de <<http://psychcentral.com/news/2012/09/21/video-games-are-new-tools-for-health-care-providers/44943.html>>

Navarro, I. (2014) *Realidad Aumentada en Educación. Más Alla de lo Evidente. Asamblea General de la Asociación Espiral, Educación, y Tecnología*. Recuperado 2015-02-10. <<http://es.slideshare.net/IsidroNavarro2/realidad-aumentada-en-educacion-31311879>>

Navarro, I. (2014) *Leap Motion Hologram*. Youtube. Recuperado en 2015-03-12. <<https://www.youtube.com/watch?v=12JAzCpGTtU&feature=share>>

Net.art. Arte en la Red como recurso Didáctico. Recuperado 2015-02-10.  
<<http://encina.pntic.mec.es/jarv0000/index.htm>>

Neuronilla. Recuperado en 2014-08-12 de <<http://www.neuronilla.com/>>

Neuronilla. Revista Científica On-line sobre Creatividad. Recuperado 2014-10-16.  
<[http://www.neuronilla.com/component/option,com\\_deeppockets/task,catShow/id,5/Itemid,70/](http://www.neuronilla.com/component/option,com_deeppockets/task,catShow/id,5/Itemid,70/)>

Nevigo. Recuperado en 2014-12-20 de <<http://www.nevigo.com/en/>>

Nielsen, J. (1995). 10 Usability Heuristics for User Interface Design. *Nielsen Norman Group. Evidence-Based User Experience Research, Training, and Consulting*. Recuperado en 2014-11-12 <<http://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>>

Norman, J. (2015). The First Electronic Autonomous Robots: the Origin of Social Robotics (1948 – 1949). *historyofinformation.com*. Recuperado 2015-04-18.  
<<http://www.historyofinformation.com/expanded.php?id=854>>.

Norman, J. (s.f.). The First Electronic Autonomous Robots: the Origin of Social Robotics (1948 – 1949). *historyofinformation.com*. Recuperado 2014-11-10.  
<<http://www.historyofinformation.com/expanded.php?id=854>>

Omnipresenz. Recuperado en 2015-03-12 de <http://www.omnipresenz.com/>

*One Life Remains: French Experimental Videogame Collective*. Recuperado 2014-08-20.  
<<http://www.oneliferemains.com/about>>

Open Avatar. *Vastpark.org*. Recuperado 2014-12-15.  
<<http://vastpark.org/projects/1/wiki/OpenAvatar>>  
<<http://vimeo.com/groups/openavatar>>

Open Bionics. Recuperado 2014-11-04 <<http://www.openbionics.org/>>

*Open Design City: A creative community workspace, where you can make, share and learn*. Recuperado 2014-10-06. <<http://odc.betahaus.de/>>

Open HCI. Recuperado en 2014-12-12 de <<http://www.openhci.com/2012>>

Open Source Metaverse Project. Recuperado 2014-10-06.  
<<http://metaverse.sourceforge.net/>>

Openbionics. An open-source initiative for the development of affordable, light-weight, modular robot hands and myoelectric prosthetic devices. Control Systems Labs. National Technical University of Athens. Recuperado 2015-02-03.  
<<http://www.openbionics.org/>>

OS Grid. *The Open Source Metaverse*. Recuperado en 2014-12-10 de  
 <<http://www.osgrid.org/index.php>> <[http://opensimulator.org/wiki/Main\\_Page](http://opensimulator.org/wiki/Main_Page)>

Pace Digital Gallery. *Pace University, NY*. Recuperado 2014-06-08.  
 <<http://csis.pace.edu/digitalgallery/>>

*Paleofuture*. Recuperado en 2014-06-02 <[paleofuture.com](http://paleofuture.com)>.

*Panoramika*. Vimeo.com. Recuperado 2015-03-12 de  
 <<https://vimeo.com/panoramika>>

Parrish, A. (s.F.) A travel guide. *Networked\_Performance: Turbulence*. Recuperado  
 2015-01-16. <<http://turbulence.org/blog/>>

"Pathfinder" Lester, J. (2014) Life Connected to Life: How to Revolutionize Environmental  
 Education. *Self Animated Systems*. Recuperado en 2015-03-12 de  
 <<http://selfanimatedsystems.com/2014/10/28/life-connected-to-life-how-to-revolutionize-environmental-education/>>

Paul, N. (2014) Top 10 augmented reality trends for 2014. *Seemoreinteractive*.  
 Recuperado 2014-11-27.  
 <<http://www.seemoreinteractive.com/blog/2014/07/01/augmented-reality-trends-for-2014>>

Peirano, M. (2011) Código Fuente Audiovisual. 13 Festival Internacional Zemos 98.  
 Recuperado 2013-10-15. <<https://www.youtube.com/watch?v=Dyy29qX9UvQ>>

Peñalver, A. (2015). *Videojuegos al servicio del colegio*. Ideal. Recuperado en 2015-  
 01-31 de <[http://www.ideal.es/granada/201501/27/videojuegos-servicio-colegio-20150126215523.html?ns\\_campaign=WC\\_MS&ns\\_source=BT&ns\\_linkname=Scroll&ns\\_fee=0&ns\\_mchannel=FB](http://www.ideal.es/granada/201501/27/videojuegos-servicio-colegio-20150126215523.html?ns_campaign=WC_MS&ns_source=BT&ns_linkname=Scroll&ns_fee=0&ns_mchannel=FB)>

Petronzio, M. (2013). Mashable: 10 fascinating visualization data projects. Mashable.  
 Recuperado 2015-04-05. <<http://mashable.com/2013/03/05/data-visualization-projects/>>

*Playground*. Recuperado en 2014-12-27. <<http://playgroundinc.com/>>.

*Playlab Gandía*. Recuperado en 2015-03-25 de  
 <<http://gandia.playlab.arsgames.net/>>

Printings Second Life[museo virtual dedicado a la exploración interactiva de obras de  
 arte] Second Life. Recuperado 2014-04-20.  
 <<http://maps.secondlife.com/secondlife/Printings/144/2/460>>



Puerto, K. (2009). *Augmented ID, más Realidad Aumentada en Android*. Xataka Móvil. Recuperado en 2015-03-12 de <http://www.xatakamovil.com/aplicaciones/augmented-id-mas-realidad-aumentada-en-android>

Quaranta, D. (2012). *What's (Really) Specific about New Media Art? Curating in the Information Age*. *Rhizome.org*. Recuperado 2015-01-04. <http://rhizome.org/editorial/2012/dec/6/whats-really-specific-about-new-media-art-curating/>

RAE. *Real Academia Española*. Recuperado en 2014-06-02 <http://lema.rae.es/drae/srv/search?id=GFuj7yXiBDXX2Ptc0dvE> <http://www.rae.es/>

Reload. Reusable eLearning object authoring & delivery. Recuperado 2014-11-09. <http://www.reload.ac.uk/ldesign.html>

Republic Lab. *Urban Art Projects*. Recuperado en 2015-03-12 de <http://www.republiclab.com/projects>.

Resnick, M., Martin, F., Berg, R., Borovoy, R., Colella, V., Kramer, K., Silverman, B. (1998). *Digital Manipulatives: New Toys to Think With*. MIT Media Laboratory. Recuperado en 2014-06-10 <http://web.media.mit.edu/~mres/papers/chi-98/digital-manip.html>

Riel, M. (s.f.) *Realidades Mezcladas: MetaVida en el Metaverso*. Conferencia por Michelle Riel. *Medialab Prado*. Recuperado 2013-12-15. [http://medialab-prado.es/article/realidades\\_mezcladas\\_metavida\\_en\\_el\\_metaverso](http://medialab-prado.es/article/realidades_mezcladas_metavida_en_el_metaverso)

Robotics Lab - UC3M. Recuperado 2015-02-01. [http://roboticslab.uc3m.es/roboticslab/topic.php?id\\_topic=14](http://roboticslab.uc3m.es/roboticslab/topic.php?id_topic=14)

Rosa, I. (2013). Los informáticos salen de la mina. *Eldiario.es*. Recuperado 2013-12-15 de [http://www.eldiario.es/zonacritica/informaticos\\_mineros\\_huelga\\_en\\_HP\\_6\\_137946231.html](http://www.eldiario.es/zonacritica/informaticos_mineros_huelga_en_HP_6_137946231.html)

San Francisco Virtual Reality Creative Community. Recuperado 2014-12-17. <http://www.meetup.com/SFVRCC/>

Santa Fe Design Lab. *Sitesantafe.org*. Recuperado 2014-11-16. <https://sitesantafe.org/exhibition/sitelab-2/>

SciArt Center of New York. Recuperado en 2015-02-20 de <http://www.sciartcenter.org/>

SciArt in America. Recuperado en 2015-02-20 de <http://www.sciartinamerica.com/>

*SCORBOT-ER 4u* [Robot educativo para las disciplinas STEM desarrollado por la compañía *Intelitek*]. Recuperado 2014-10-24. <<http://www.intelitek.com/advanced-manufacturing/robotics/scorbot-er-4u/>>

*Seeper*. Recuperado en 2014-12-27 <<http://seeper.com/>>

Silver, J. (2012). *MaKey MaKey - An Invention Kit for Everyone*. Youtube.com. Recuperado en 2014-09-10 de <<https://www.youtube.com/watch?v=rfQqh7iCcOU>>

*SilverFit*. Recuperado en 2015-03-16 <<http://www.silverfit.nl/index.php>>

*Social Backtracking. The Good and Bad of Social Networking from a Theoretical*

*Standpoint*. Recuperado en 2014-11-12 <<http://socialbacktracking.wordpress.com/>>.

Statt, N. (2014). *Augmented-reality contact lenses to be human-ready at CES*. Cnet.com. Recuperado en 2015-03-12 de <<http://www.cnet.com/news/augmented-reality-contact-lenses-to-be-human-ready-at-ces/>>

*Steam-Player-Preference Analyzer and the AIR Status Performance Classifier*. ICE Lab MIT. Recuperado en 2015-01-18 de <<http://groups.csail.mit.edu/icelab/content/steam-player-preference-analyzer-and-air-status-performance-classifier>>

*Stockholm Speed Camera Lottery (The Fun Theory)*. The Gov Lab. Recuperado en 2014-12-20 de <[http://thegovlab.org/wiki/Stockholm\\_Speed\\_Camera\\_Lottery\\_%28The\\_Fun\\_Theory%29](http://thegovlab.org/wiki/Stockholm_Speed_Camera_Lottery_%28The_Fun_Theory%29)> <<https://www.youtube.com/watch?v=iynzHWwJXaA>>

*Streetmuseum. Museum of London*. Recuperado en 2015-03-12 de <<http://www.museumoflondon.org.uk/Resources/app/you-are-here-app/home.html>>

*Surgical Improvement of Clinical Knowledge (SICKO)*. *Stanford Medicine On-Line*. Recuperado en 2015-03-15 de <<https://med.stanford.edu/cme/courses/online/sicko.html>>

*Surgical Theater*. Recuperado en 2015-03-12 de <<http://www.surgicaltheater.net/>>.

*Swarmrobot.org*. Recuperado 2014-11-18 <<http://www.swarmrobot.org/>>

*Technology Rewiew. The Secret Ingredient in Computational Creativity*. Recuperado 2014-02-11. <<http://www.technologyreview.com/view/521596/the-secret-ingredient-in-computational-creativity/>>

*Teleimmersion Lab. University of California, Berkeley*. Recuperado 2014-11-14. <<http://tele-immersion.citris-uc.org/>>

*The Frankencamera: An Experimental Platform for Computational Photography.*

Stanford.edu. Recuperado en 2014-12-20 de  
<<http://graphics.stanford.edu/papers/fcam/>>

*The grounded theory method and case study data in IS research: issues and design.*  
*Information Systems Foundations: Constructing and Criticising.* Recuperado en 2014-11-16 <[http://press.anu.edu.au/info\\_systems/mobile\\_devices/ch05s04.html](http://press.anu.edu.au/info_systems/mobile_devices/ch05s04.html)>

The Human Face of Big Data. Multivu.com. Recuperado 2014-10-20.  
<http://www.multivu.com/mnr/58095-rick-smolan-human-face-of-big-data-project-globally-crowdsourced>

*The Information Architecture Institute.* Recuperado en 2014-10-12 de  
<<http://ia institute.org/en/about/index.php#000008>>

The Q Speaks. Neon America. Flickr.com Recuperado 2014-08-12  
<<https://www.flickr.com/photos/theqspeaks/5996152487/>>

The world's first collaborative sentence. [artport.whitney.org](http://artport.whitney.org). Recuperado 2013-04-14.  
<<http://artport.whitney.org/collection/davis/Sentence/sentence1.html>>

Thorington, H., Green, J. y Rie, M. (2004). Turbulence: [Proyecto de Investigación sobre la Práctica Artística en los nuevos medio, que incluye la bitácora *networked\_performance*] Recuperado 2014-03-17. <http://turbulence.org/blog/>

Thymio [Robot educativo accesible]. aseba.wikidot.com. Recuperado 2014-10-23.  
<<https://aseba.wikidot.com/>>

Tosete Herranz, F. (s.F.) Imaginas: Espacio digital. Imaginas. Recuperado 2010-10-03.  
<[http://www.imaginas.net/galeria/espacio\\_digital.htm](http://www.imaginas.net/galeria/espacio_digital.htm)>

*Triángulo de la Violencia de Galtung.* Recuperado en 2014-10-14 de  
<[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Triangulo\\_galtung.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Triangulo_galtung.jpg)>

Tual, M. (2014). "Alz": un petit bijou du jeu vidéo contre Alzheimer. *Youphil.com*.  
Recuperado en 2015-03-16 de  
<<http://techethique.blog.youphil.com/archive/2014/04/24/alz-un-petit-bijou-du-jeu-video-contre-alzheimer-3983.html>>

Ugarte, M. (2014). *Turing Machine*. Recuperado en 2014-03-10 de  
<<https://martinugarte.com/turingmachine/>>

Valve Software. Recuperado en 2015-03-16 de <http://valvesoftware.com/>

Vázquez, K. (2014). ¿Qué fue de la revolución MOOC? *El País*. Recuperado 2014-11-15.  
<[http://economia.elpais.com/economia/2014/10/08/actualidad/1412783861\\_083138.html](http://economia.elpais.com/economia/2014/10/08/actualidad/1412783861_083138.html)>

Viégas, F. (2009). *TEDx Talk São Paulo*. Recuperado 2015-01-03. <<http://www.tedxaopaulo.com.br/fernanda-viegas/>>  
<<https://www.youtube.com/watch?v=7gQTpHuapul>>

*Virtualis*. Recuperado en 2015-03-12 de  
<<http://www.virtualis.com/products/15/visionary-render.php>>

Virtual Human Interaction Lab. *Stanford*. Recuperado 2014-12-02.  
<<http://vhil.stanford.edu/tour/>>

*Virtual Reality Research*. Recuperado en 2015-03-15 de <<http://www.vrs.org.uk/virtual-reality-profiles/vpl-research.html>>

*Virtual Ware Group* [Tecnologías inmersivas e Interactivas]. Recuperado 2014-09-10.  
<<http://virtualwaregroup.com/es/>>

*Virtual Worlds - Standards for Systems Virtual Components*. Recuperado 2015-01-18.  
<[http://standards.ieee.org/develop/wg/Virtual\\_Worlds.html](http://standards.ieee.org/develop/wg/Virtual_Worlds.html)>.

VVAA (2011). Pensando y Haciendo Medialab Prado: contribuciones de usuarios y colaboradores. *Medialab Prado*. Recuperado 2015-10-01. <[http://medialab-prado.es/article/pensando\\_y\\_haciendo\\_medialab-prado\\_contribuciones](http://medialab-prado.es/article/pensando_y_haciendo_medialab-prado_contribuciones)>

Zibreg, C. (2014). Google buys visual translation app Word Lens. *idownloadblog.com*. Recuperado en 2015-03-20 de  
<<http://www.idownloadblog.com/2014/05/16/googol-buys-word-lens/>>

*Zigzag*. Recuperado en 2014-12-27. <<http://www.zigzag.is/>>



## 12. GLOSARIO Y TERMINOLOGÍA



**Arquitectura de la Información:** Es una disciplina asociada a las ciencias de la computación, así como a los contextos de la comunicación, que se ocupa de fenómenos como el análisis, la disposición, la estructura, y la organización en los espacios asociados a los sistemas de información que poseen distintos grados de interactividad. La arquitectura de la información se conforma, a su vez, como el diseño estructural en entornos de información compartida, y donde son incorporados, a su vez, fenómenos indispensables en la estructuración y uso de la información, como son la *ubicabilidad* (la capacidad de acceder a la fuente de la información dentro de la red en la que se encuentra) y la *usabilidad* (la efectividad del sistema de interactuar de manera natural con el usuario).

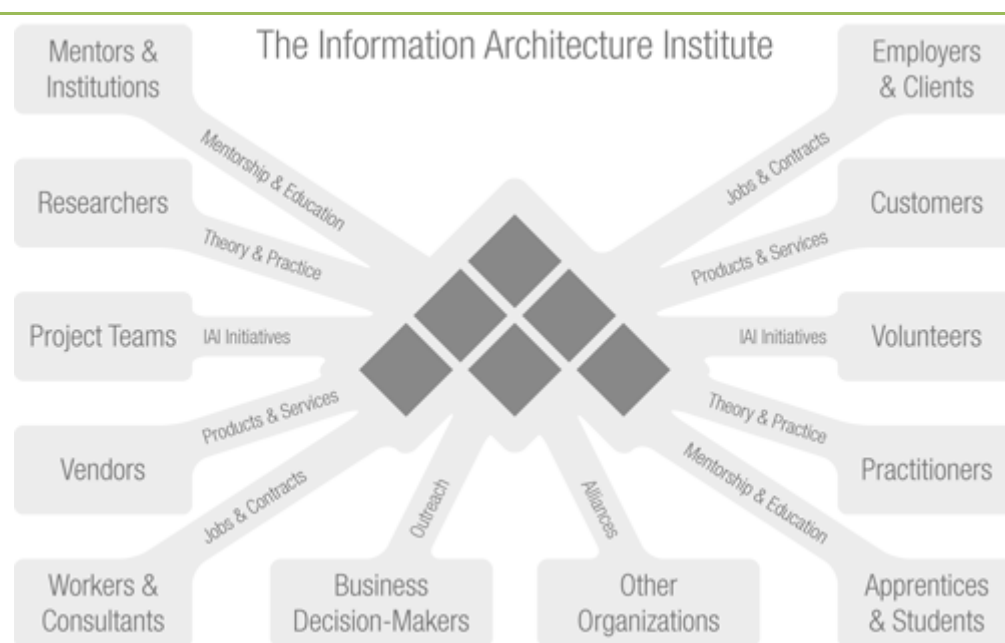


Figura 90. Marco de relaciones y funcionamiento del *Architecture Information Institute*. En él se muestra la relación entre los diferentes agentes implicados, como lo investigadores, las instituciones, los vendedores y los clientes, los trabajadores y consultores, etc. Y los objetos y eventos que se asocian a estos. Recuperado en 2014-10-12 de <http://iaainstitute.org/en/about/index.php#000008>

**Arquitectura de Harvard:** Conjunto de arquitecturas que utilizan dispositivos de almacenamiento y procesamiento de datos físicamente divididos en dos partes: CPU (procesador) y memoria (almacenamiento). Así, no existe la necesidad de que las dos memorias presenten características físicas análogas. Existe, además, una versión modificada de la arquitectura de Harvard, donde la separación entre los módulos de almacenamiento de datos e instrucciones no es tan estricta, de modo que la CPU puede acceder de manera simultánea a diferentes módulos de almacenamiento. La mayoría de



los procesadores de las computadoras actuales utilizan el modelo de la *arquitectura de Harvard modificada* para su funcionamiento, aunque, a veces, para la mejora de su rendimiento, incorporan una arquitectura de Harvard que separa los sistemas digitales de transmisión de datos.

**Arquitectura de Von Neumann (Modelo de Von Neumann / Arquitectura Princeton):** Conjunto de arquitecturas computacionales que utilizan el mismo dispositivo para almacenar las instrucciones y los datos. Es el modelo en el que se basan los procesadores que han dado lugar a las computadoras modernas, aunque debido a cuestiones de rendimiento la arquitectura de los procesadores ha evolucionado hacia la *arquitectura de Harvard* y la *arquitectura de Harvard modificada*. La arquitectura consta de una *unidad central de procesamiento*, que a su vez contiene una *unidad de control* y una *unidad aritmético/lógica*. La *unidad central de procesamiento* almacena a su vez los contenidos en la *memoria*. El sistema posee, además, dispositivos de entrada en el sistema (input) y dispositivos de salida (output). La desventaja que posee frente a la arquitectura de Harvard es lo que se denomina *cuello de botella de Von Neumann*, que afecta al rendimiento del conjunto del sistema, debido a que los módulos de operaciones de datos e instrucciones comparten un mismo sistema digital de transmisión de datos.

**ASCII (American Standard Code for Information Interchange – Código Estándar Estadounidense para el Intercambio de Información):** Es el código de caracteres propuesto en 1963 por el Comité Estadounidense de Estándares, con el fin ofrecer una correspondencia entre las series de símbolos alfanuméricos que corresponden a los códigos de comunicación escrita (originariamente en lengua inglesa) y las cadenas que bits que los representan en las computadoras (siendo originariamente concebidos, a su vez, para los telégrafos). Cada carácter corresponde a una secuencia binaria de siete bits, lo que viene siendo representado por siete dígitos binarios (que en base decimal consta de 128 opciones, de 0 a 127). Incorporan, además, un octavo bit, denominado *bit de paridad*, cuya función es principalmente el control de errores en la líneas de comunicación. La incorporación de este bit de paridad se debía, además, a que los primeros ordenadores personales en los cuales se implementó constaban de 8 bits como la mínima unidad de información con la que trabajaba. Para ilustrarlo con un ejemplo, la representación en código ASCII de la letra E corresponde a la secuencia binaria 0100 0101, que en decimal se corresponde con el número 69.

Dentro de las líneas experimentales de representación de la información, el código ASCII ha sido utilizado a su vez con fines creativos, de modo que se puedan representar o generar imágenes cuyas unidades de información son caracteres de 7 bits (ASCII Art), siendo en su origen además utilizado en computadoras antiguas que no poseían procesadores de gráficos. Constituye una de las primeras formas de arte computacional, digital y generativo.



Figura 91. Imagen generada en código ASCII (abajo) a partir de una fotografía original (arriba). Las unidades que componen la imagen son los caracteres de 7 bits (imprimibles) que corresponden a los símbolos alfanuméricos del teclado

**Aprendizaje basado en juegos digitales (Digital Game-Based Learning):**

Metodología de aprendizaje que combina la implantación de los juegos interactivos con el contenido curricular. En las líneas de investigación sustentadas por varios autores (Papastergiou, 2009, Kafai, 2001, Prensky, 2001) los juegos digitales interactivos que incorporan una serie de objetivos educativos y el desarrollo e impulso de competencias poseen el potencial de ejercer una serie de transformaciones en el aprendizaje en ámbitos académicos, dando lugar a que este se convierta en un proceso cuyo nivel de interés por parte de los participantes se vea incrementado, incrementando a su vez la efectividad de los procesos de aprendizaje.

**Aprendizaje Colateral:** González Geraldo et. al. (2012, p. 191) lo definen como un aprendizaje no planificado, que se desarrolla paralelamente al aprendizaje estructurado y de carácter más formal, y cuyas competencias incorporan un valor diferente por parte del estudiante en relación a las que se adquieren en entornos de aprendizaje formal-estructurado (los autores revelan que el estudiante aporta un valor relevante a las competencias que no se encuentran *permitidas* en estos contextos).

**Aprendizaje móvil (Mobile learning o M-learning).** Metodología de enseñanza y aprendizaje que incorpora dispositivos móviles que permiten acceder a la información desde cualquier lugar desde el que se disponga de una conexión en red. El término es objeto de una serie de enfoques y aproximaciones heterogéneas, debido a la reciente incorporación del término, al contexto de la literatura científica. Crompton (2013), realizando una aproximación a la idea de planificación e improvisación subyacente a los procesos de aprendizaje en contextos no formales en muchos de los casos, afirma que *el aprendizaje puede estar dirigido por otros o por uno mismo y puede ser una experiencia de aprendizaje no planificada. El aprendizaje puede ocurrir en un entorno académico, y el entorno fijo puede estar, implicado o no, en la experiencia de aprendizaje.* Esto revela que el aprendizaje móvil se encuentra ligado en una gran cantidad de ocasiones a los contextos de aprendizaje no formal, pudiendo además ser observados factores relativos al aprendizaje de esta naturaleza, como puede ser la motivación intrínseca, aportando un marco de reflexión en torno a la línea divisoria (a menudo difusa) entre el aprendizaje y el juego.

**Aprendizaje situado o contextualizado (Situated Learning):** Definido en su origen por Lave y Wenger (1990), aunque fue propuesto ya en la década de los años 30 del siglo XX por Dewey (1938, en Chang y Liu, 2013), el aprendizaje situado consiste en una metodología de enseñanza-aprendizaje que tiene lugar en el propio contexto físico en el cual se desarrolla, y que por tanto hace difícil la separación entre acciones y procesos de aprendizaje, por un lado, y el propio espacio donde se lleva a cabo, por el otro. Los procesos de aprendizaje que se desarrollan bajo los parámetros asociados a esta modalidad, no pueden ser comprendidos sin el propio contexto físico en el que se desarrollan y manifiestan. A su vez, las aproximaciones bajo las cuales se

van a desarrollar los parámetros de esta modalidad de aprendizaje tienen una profunda relación con las teorías del socio-construccionismo (o construccionismo relacional).

**Aprendizaje Ubicuo (Ubiquitous learning):** Es el aprendizaje susceptible de producirse en cualquier lugar y/o momento en el que se reúnan las condiciones necesarias y en el que se disponga de los medios que permitan que tales procesos de aprendizaje se produzcan, independientemente de la localización física en que se encuentre el usuario. Si bien la definición del aprendizaje ubicuo se produce antes de la implementación de los dispositivos móviles, la incorporación de los mismos permite que la idea de aprendizaje ubicuo incorpore nuevas líneas de investigación en torno al potencial de los dispositivos digitales, los cuales permiten, a su vez, acceso a plataformas conectadas en red, las cuales van a posibilitar que el usuario interactúe con la información y los contenidos que conforman los espacios digitales, desde un número cada vez mayor de localizaciones a medida que evolucionan, las conexiones de redes inalámbricas o wireless, las conexiones vía satélite, o conexiones móviles (como recientemente el 3G o las mejoras incorporadas en la tecnología móvil, como *HDSPA* o *High Speed Downlink Packet Access*).

**Business Simulation Games (Juegos de simulación de negociaciones):** Los juegos de simulación de negociaciones recrean situaciones de negociación en las cuales los jugadores tienen que lidiar con tareas relacionadas con la toma de decisiones y la resolución de problemas. La inmersión e interacción con estos contextos se encuentran enfocados a la adquisición de competencias relacionadas con la comunicación en la negociación intercultural. El origen de los BSG se encuentra en su desarrollo por los oficiales de la armada, en los años 30 y 40 y tenían como objetivo el desarrollo de entornos de aprendizaje de tácticas y estrategias (Faria, 1987, en Guillén-Nieto, Aleson-Carbonell, 2012). Los BSG llevan a cabo simulaciones de situaciones en el mundo real mediante el uso de algoritmos, de manera que los participantes sean capaces también de ejercer acciones, en los entornos simulados referidos, que les permitan conocer el abanico de consecuencias derivadas de la toma de decisiones.

**Campo Visual (FOV - Field of View):** El campo visual es la fracción de aquello que la vista es capaz de percibir en la visión periférica o lateral, y que en el caso humano (mayoritario en el reino animal), comprende la superposición de ambas lentes (ojos), permitiendo de esta manera una ampliación del campo visual en el espectro horizontal (pasando de 150° con un sólo ojo a 180° con ambos). La disciplina que se encarga de medir el campo visual es la *campimetría*.

La importancia del campo visual, en el área de estudio del presente trabajo de investigación, radica en que es un elemento imprescindible a la hora de plantear el desarrollo de contenidos para entornos inmersivos de realidad virtual y serious games



(constituyendo incluso un elemento narrativo indispensable, ya que incorpora el plano desde el que se visualiza la acción). En el área multimedia y de desarrollo de entornos interactivos (entre los que se incluyen videojuegos y serious games), se pueden encontrar cinco metodologías de escalado del campo visual: *Hor+* (horizontal plus, la más común de todas, en la que la vertical permanece fija), *Anamórfica*, *Ver-* (vertical minus), basada en píxeles (*Pixel-based*) y *Stretch*.

**Cave Automatic Virtual Environment (CAVE):** Entorno inmersivo de realidad virtual que consiste en un habitáculo (de medidas variables) en forma de cubo, que recrea mediante proyecciones en las paredes del mismo, un entorno virtual de carácter inmersivo desde el punto de vista del usuario que se sitúa en su interior. El cubo suele estar, a su vez, rodeado por una sala oscura que evita que se filtre la luz del exterior al interior del CAVE.

La proyección de las cinemáticas dentro del cubo puede ocurrir detrás de la propia pantalla (que forma parte del conjunto de paredes del cubo) o a través de varios proyectores de alta resolución, configurado en muchas ocasiones por un juego de espejos.

El primer CAVE fue desarrollado por primera vez por el *Electronic Visualization Laboratory* de la Universidad de Illinois en Chicago en la década de los años 90.



Figura 92. CAVE de realidad virtual inmersiva desarrollada por el *Electronic Visualization Laboratory* de la Universidad de Illinois.

Consiste en un cubo sobre cuyas paredes se proyecta la animación en la que se quiere introducir al usuario. Recuperado en 2014-02-12 de

[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6d/CAVE\\_Crayoland.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6d/CAVE_Crayoland.jpg)

**Cibernética:** Área del conocimiento científico interdisciplinar de la estructura de los sistemas de comunicación y control, denominados *sistemas reguladores*, en los seres humanos y en las máquinas, y que se ha extrapolado, a su vez, a otros sistemas tales como los sistemas sociales, orgánicos, físicos, comportamentales o económicos. Igualmente, la cibernética se encuentra en una estrecha relación con la *Teoría de Sistemas* y a la *Teoría de Control*. El surgimiento de la cibernética se encuentra ligado, a su vez, a otras disciplinas como la biónica o la robótica, a través de los procesos de convergencia interdisciplinar de áreas del conocimiento heterogéneas, como pueden ser la computación, la electrónica, la medicina, la física o la biología.

El nacimiento de la cibernética se remonta a 1942 de la mano de Robert Wiener (en colaboración con otros pioneros como Arturo Rosenblueth Stearns). Wiener la definió

entonces (1948) como el *estudio científico del control y la comunicación en el animal y en la máquina*. El término se usó por primera vez, no obstante, en el contexto del estudio de autogobierno, en el diálogo *Primer Alcibiades* de Platón. En 1834 el físico André-Marie Ampère hace uso del término *cybérnetique* para referirse a las ciencias del gobierno en una aproximación a la clasificación de las ciencias relativas al conocimiento humano.

Los campos de estudio en los que ha ejercido una influencia notable la cibernética son la sociología, *La Teoría Organizativa*, *La Teoría de la Percepción del Control* o *la Teoría de Sistemas* o *La Teoría de Juegos*, y recientemente, en la *Interacción Humano-Computador (HCI)*.

Ver **HCI (Human Computer Interaction)**

**Cloud Computing (Computación en la Nube):** Computación basada en el hecho de compartir contenidos a través de la interconexión de dispositivos en lo que se denomina *nube*, permitiendo a los usuarios poder acceder a determinados contenidos desde una terminal (ordenador, *tablet*, *smartphone*, etc.) que disponga de conexión a internet. Los servicios se proveen a través de procesos de negocio, e infraestructuras de computación, además del uso de aplicaciones.

**Commercial off-the-shell (Fuera del Estante) / COTS:** El Reglamento Federal de Adquisiciones (FAR) del gobierno de Estados Unidos incorpora el término para referirse a los artículos y servicios comerciales (en su mayoría relacionados con componentes tecnológicos) que pueden adquirirse y usarse en términos de un contrato gubernamental, pudiéndose además adquirir en el mercado por parte del gran público. Las adquisiciones COTS pretenden llevar a cabo una reducción de los costos de implementación y mantenimiento de los artículos tecnológicos adquiridos, permitiendo una mayor eficiencia en el uso del producto tecnológico en cuestión.

**Computación Afectiva:** Rama de la computación que incorpora el estudio de la psicología cognitiva, los rasgos faciales y la ergonomía, y que tiene como objeto de estudio la codificación computacional de las emociones en algoritmos, de manera que las computadoras pueden, a través la identificación de la disposición de los rasgos faciales del usuario, interactuar con el mismo. Las áreas en las que se aplica esta tecnología emergente son la psicología, el marketing (el experimento Viernes Negro - *Black Monday* - es un ejemplo relevante de cómo la economía puede influir en el flujo de gasto del consumidor, instándole a consumir en determinadas fechas mediante la implicación de las emociones en el marketing), el diseño o la *interacción humano-computadora*.

Ver **Interacción Humano-Computadora (HCI)**

**Comunidades Reflexivas (*Reflective Communities*):** Las comunidades reflexivas son conjuntos de agentes que incorporan la práctica reflexiva en los procesos de trabajo, creación, enseñanza, aprendizaje, e investigación (Harrell y Harrell, 2011). Esta práctica reflexiva se basa en una serie de procesos interdisciplinarios en los cuales el trabajo en equipo conforma el eje esencial del proceso, manteniendo la premisa de que el conocimiento posee un carácter colectivo y colaborativo. Los diferentes agentes que conforman la comunidad reflexiva poseen capacitaciones, competencias y objetivos heterogéneos, y el desarrollo de una estrategia de optimización consiste en gestionar la propia heterogeneidad de los agentes para llevar a cabo estrategias conjuntas, y encontrar los espacios de convergencia y las lagunas de capacitación en la interacción entre tales agentes. Las comunidades reflexivas constituyen una línea de investigación en relación a estrategias de implantación basadas en el aprendizaje colaborativo y basado en proyectos, y son objeto de estudio en relación a cómo la tecnología se conforma como un vector de convergencia entre las distintas capacitaciones de los sujetos implicados.

**Continuo de la Virtualidad / Continuo Realidad-Virtualidad (*Virtuality Continuum*):** Milgram y Kishino (1994) incorporan el concepto de continuo de la virtualidad como una escala de carácter continuo, que oscila entre el espacio físico, en uno de los extremos, y la realidad virtual inmersiva en el otro. De esta manera, el grado de virtualidad hace referencia al grado o cantidad de información que recibe el usuario procedente de sistemas digitales y/o computadoras, constituyendo *la realidad virtual inmersiva*<sup>285</sup> un espacio donde los estímulos proceden en su práctica totalidad de sistemas digitales artificiales.

Los principales estratos definidos en los que se estructura el continuo de la virtualidad son fundamentalmente cuatro, aunque debido a su naturaleza continua es posible encontrar ejemplos que se sitúan en estratos intermedios, o que incorporan elementos procedentes tanto del espacio físico como de estímulos virtuales, de un modo bidireccional, como es la realidad mixta.

**Mundo Real:** El espacio físico, compuesto de materia.

**Realidad Aumentada (*Augmented Reality / AR*):** Término Acuñado en 1992 por Caudell y Mizell. Conforman lo que se denomina la realidad mixta, junto con

---

<sup>285</sup> Los dos sentidos fundamentales en los que ha actuado la realidad virtual en un principio son: vista y oído. Esto es evidente en un dispositivo del tipo CAVE, de una naturaleza diferente a los dispositivos oculares tipo *Oculus Rift*. Además, la incorporación de las tecnologías hápticas a la realidad virtual (aunque ya se llevan planteando desde los años 90) ha producido un incremento exponencial en el grado de inmersión.



la *virtualidad aumentada*. Se fundamenta en la visualización de un entorno concreto, a través de un dispositivo, de un entorno físico con elementos y/o información superpuestos generados de manera virtual. Así, los elementos que conforman el espacio físico se encuentran *aumentados* gracias a la incorporación de tales elementos virtuales e información.

Azuma (1997) describe la realidad aumentada como una variación de los entornos virtuales (VE), donde la diferencia sustancial radica en que la realidad virtual (VR) posee un carácter inmersivo y la realidad aumentada tiene presente el entorno real. De este modo, los objetos virtuales y reales cohabitan en el mismo espacio, configurándose la realidad aumentada, así, como el espacio intermedio (*middle ground*) entre la realidad virtual (definida como *completamente sintética*) y la *telepresencia* o mundo físico (definido como *completamente real*), si bien la virtualidad aumentada conforma el otro pilar de la realidad mixta.

Azuma enumera también seis áreas principales en las cuales las aplicaciones de realidad aumentada que han sido fundamentalmente exploradas en su origen: visualización médica, reparación y mantenimiento, anotaciones de información, diseño de trayectorias para robots, industria del entretenimiento, y usos militares, principalmente en relación a la navegación y la definición de objetivos. Además, la naturaleza de la propia realidad aumentada incorpora desde las primeras aproximaciones en el ámbito científico lo que Brooks (1996, en Azuma, 1997, p. 356) define como *amplificación de la inteligencia* (*intelligence amplification / IA*). Esta idea plantea ya a mediados de los años 90 una mediación de las tecnologías digitales y las computadoras que permite el aumento del propio rendimiento del usuario en el proceso de llevar a cabo tareas, haciendo que estas sean a su vez más intuitivas de desarrollar a medida que se van incorporando mejoran en los procesos de interacción.

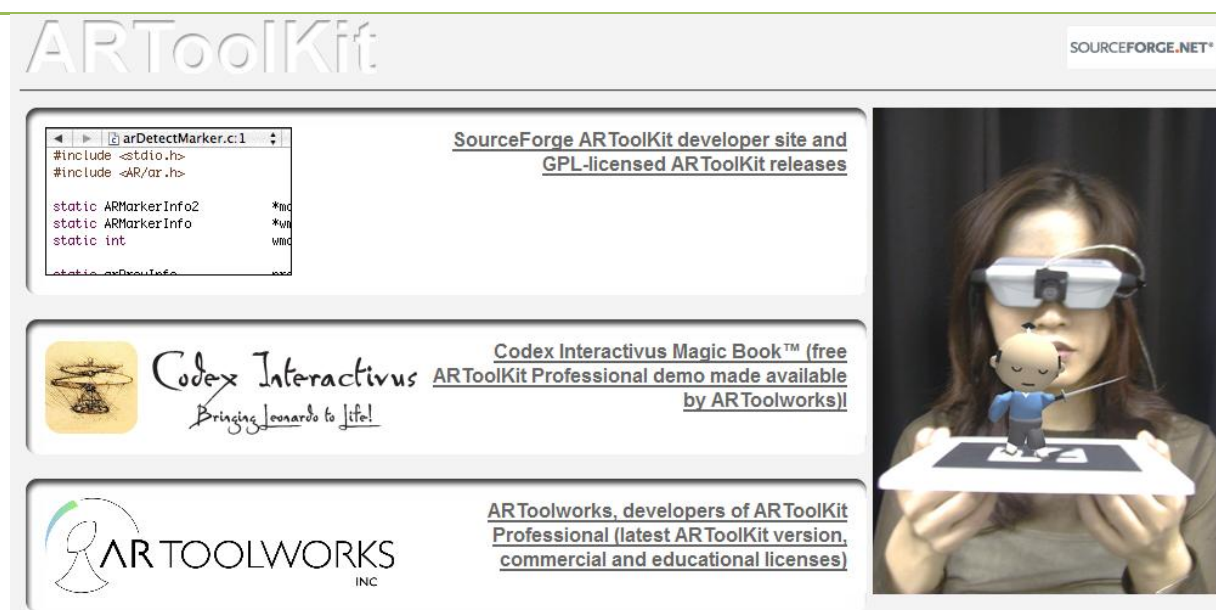


Figura 93. Interfaz de descarga de la herramienta *open source* para el desarrollo de recursos interactivos con realidad aumentada *ARToolKit*.

Recuperado en 2014-12-20 de <http://artoolkit.sourceforge.net/>

**Virtualidad Aumentada (Augmented Virtuality / AV):** Forma parte, junto con la realidad aumentada, de lo que se viene definiendo como realidad mixta. La virtualidad aumentada complementa la realidad virtual con información y elementos provenientes del mundo físico. Por ejemplo, en un espacio de realidad virtual se pueden incorporar avatares que constituyan personas reales que hayan sido filmadas y situadas en ese espacio físico. Un ejemplo relevante, aunque si bien la AV constituye la fracción del continuo de la virtualidad donde las publicaciones científicas son más escasas, son las experiencias llevadas a cabo en el *Teleimmersion Lab* de Berkeley<sup>286</sup>. Algunas de las aplicaciones prácticas y líneas de investigación más relevantes, relativas a la AV: ciberarqueología, geología virtual, teleinmersión portátil, aprendizaje de artes marciales, danzas, y coreografías de manera remota, entre otros.

<sup>286</sup> <http://tele-immersion.citris-uc.org/> Recuperado en 2014-10-11

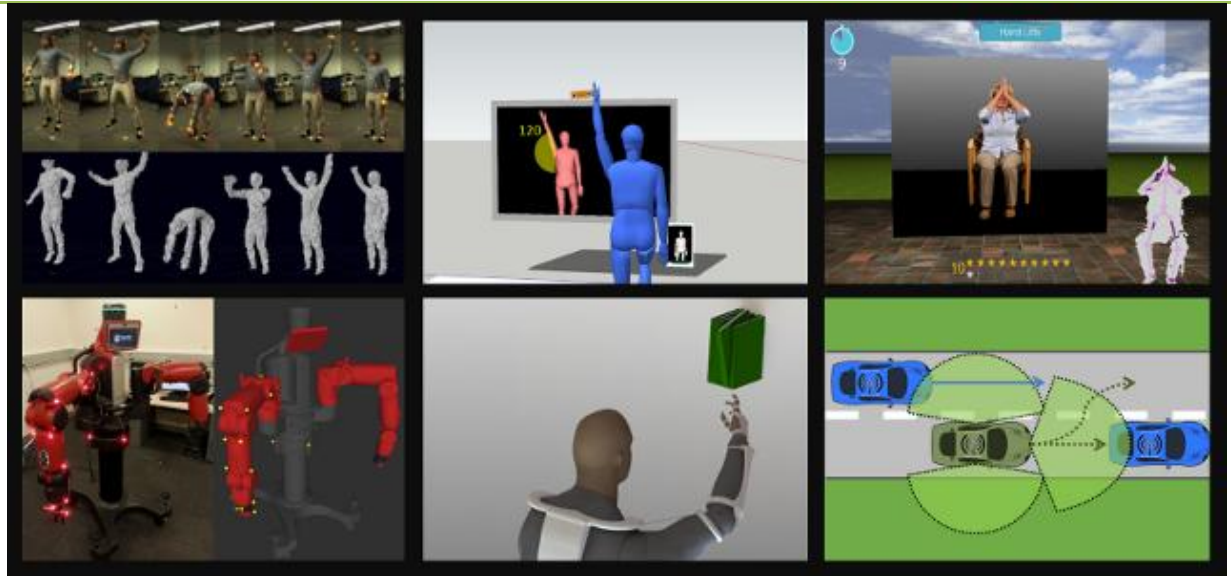


Figura 94. Secuencia de actividades del *Teleimmersion Lab* de la Universidad de California, en Berkeley.

Las actividades de investigación en las que se centra el grupo de investigación son la visión computacional, las comunicaciones teleinmersivas, el modelado de sistemas combinados ciber-físicos o el desarrollo de dispositivos robóticos.

**Realidad Virtual (Virtual Reality / VR):** La VR se define como un entorno simulado por gráficos y físicas computacionales, el cual simula la presencia física del usuario, en diferentes niveles de inmersión (principalmente visual, pero también auditiva, e incluso háptica). Los dispositivos más comunes de interacción con los entornos de realidad virtual son los *head-up displays (HUD)*, *head-mounted displays (HMD)* o los habitáculos de carácter inmersivo, como la CAVE. Bertol y Foell (1997) definen la VR como la última representación generada por computadora, en la cual los usuarios no ejercen el mero rol de observadores pasivos, sino que el mundo virtual les permite llevar a cabo interacciones con un elevado grado de fidelidad, incorporando una serie de métodos y disciplinas como diseño y la arquitectura al desarrollo de mundos virtuales, los cuales sirven a su vez como herramientas que facilitan la creación de estructuras en el mundo real, como es el caso de la arquitectura.

Otra aceptación usada frecuentemente en la literatura es **Entornos Virtuales (Virtual Environments / VE)**.

Ver **CAVE**

Ver **Head-Mounted Display**

Ver **Head-Up Display**

Ver **Metaverso**

**Crowdcrafting (manufactura masiva):** Consiste en una plataforma online de crowdsourcing y micro-tareas, que funciona mediante el Software *PyBossa*. También se

utiliza para describir el concepto que engloba el desarrollo de tareas de carácter práctico (y que en ocasiones implican el desarrollo final de un producto) de manera colectiva a través de la plataforma *crowdcrafting.org* u otra similar. La diferencia con el *crowdfunding* estriba en que este se fundamenta en que una serie de usuarios ayudan a financiar económicamente un producto de manera colaborativa, mientras que en el *crowcrafting* los usuarios elaboran el producto de manera colectiva.

**Design Based Research (DBR):** Metodología diseñada por y para educadores que busca incrementar el impacto, la transferencia y el traslado de la investigación en educación en una práctica, en cuyos métodos se pretende producir una mejora significativa, produciéndose la investigación de los procesos de aprendizaje y creación dentro de su propio contexto. Además, pone el acento la necesidad de una construcción teórica y en el desarrollo de los principios del diseño que guía e informa tanto la práctica como la investigación en contextos educativos (Anderson y Shattuck, 2012). Otras aproximaciones y paradigmas de investigación promulgan el DBR como la construcción de un marco de comprensión de la naturaleza y las condiciones del aprendizaje y sus procesos (pudiéndose incluir también los procesos creativos), la cognición y el desarrollo (Barab y Squire, 2004). Otros autores incluyen, además, la incorporación de los procesos de diseño de estrategias, metodologías y flujos en el DBR (Mingfong, Yam San y Ek Ming, 2010).

**Digital Manipulatives:** Resnick et al. (1998) lo definen como juguetes digitales simulados que posibilita a los estudiantes llevar a cabo un aprendizaje basado en la experiencia, de un modo similar al que experimentan con instrumentos en el espacio físico, pero en un contexto de realidad virtual. Esto tiene tres ventajas fundamentales, por una parte la reducción de costos en relación a la recreación de un ambiente físico, la ubicuidad (aunque esta es relativamente reciente, debido al acceso que permiten los dispositivos hoy día), y la reducción de riesgos asociados a la integridad física y la seguridad que suponen ciertos ambientes del espacio físico. De este modo, sería posible simular situaciones como un incendio, en un entorno virtual seguro, para llevar a cabo mejoras de protocolos de actuación y seguridad, o simular un laboratorio de química de modo que se puedan reducir los riesgos implícitos en las actividades de experimentación en tales contextos. <sup>287</sup>

**DIY (Do It Yourself) esp. lit. (Hágalo usted mismo):** Método descrito por la comunidad científica como una serie de comportamientos en los cuales los individuos trabajan con componentes primarios y materiales básicos para producir, transformar o reconstruir objetos físicos asociados al entorno cotidiano (Wolf y McQuitty, 2011).

<sup>287</sup> <http://web.media.mit.edu/~mres/papers/chi-98/digital-manip.html> Recuperado en 2014-06-10

Actualmente se aplica también en procesos relacionados con la robótica y el surgimiento de nuevos dispositivos de hardware libre.

En 2013, el biohacker Tim Cannon dio un paso en esta área al desarrollar *Circadia 1.0*, dispositivo DIY que se instala en el cuerpo, permitiendo monitorizar los datos y transferirlos a cualquier dispositivo móvil. El dispositivo está dotado de un módulo de comunicaciones bluetooth, una memoria de almacenamiento, y unos sensores biológicos de temperatura y pulso. El *Circadia 1.0* supone una de las primeras tentativas de incorporar la filosofía DIY a las ciencias biomédicas, lo que supone una apertura relevante de líneas de investigación en torno a aplicaciones del DIY en campos emergentes del conocimiento y la investigación.

**DIWO (Do It With Others)** *esp. lit. (Hágalo con otros)*: Modelo de desarrollo de proyectos conjuntos que implican a personas con intereses afines en la concepción y/o el desarrollo una tarea o proyecto colaborativos de diferente naturaleza, tal como el desarrollo de un producto de software, un proyecto de investigación, o un proyecto que tenga por perspectiva aplicaciones sociales, comunitarias o educativas. Gracias a la implementación de las tecnologías digitales, ha sido posible democratizar, implementar y generalizar, de una manera accesible y relativamente fácil, este tipo de proyectos. Al mismo tiempo que es posible entender DIWO como una filosofía, puede ser considerado un modo de *Crowdsourcing*.

Nota: Otra acepción usada comúnmente es **Do It Together (DIT)** - *esp. lit. (Hágalo en conjunto)*.

**Economía del compromiso (Engagement Economy)**: McGonigal (2011) lo define como el conjunto de acciones y tareas que llevan a cabo un grupo de personas interrelacionadas o interconectadas, de un modo cooperativo o colaborativo, que tienen un impacto productivo en el contexto en el que se desarrollan, de modo que la suma de las acciones (en muchas ocasiones, de modo desinteresado) de una serie de personas crean un efecto positivo en un contexto social concreto. Se encuentra estrechamente relacionada con fenómenos como el *crowdsourcing* y con el *procomún colaborativo*. Se utiliza, a menudo, para ilustrar la capacidad que tienen los videojuegos para inducir en el usuario acciones que produzcan transformaciones en una serie de contextos sociales determinados.

**Entorno inmersivo de comunicación (EIC)**: Según Bonfils (2014) entra dentro de la categoría de un EIC cualquier dispositivo y comunicación digital que propone determinado nivel de inmersión sensorial, visual e inclusive físico del usuario. Dentro de la categoría, encontramos un conjunto amplio de dispositivos digitales (entornos virtuales de trabajo, aplicaciones lúdicas para la formación, presencial o a distancia, del tipo serious games, herramientas colaborativas, aplicaciones de simulación de

realidad virtual y realidad aumentada, videojuegos, e instalaciones museográficas y escénicas) que interaccionan con el entorno físico (Bonfils, 2014).

**Edutainment (Education + Entertainment) / (Educación + Entretenimiento):**

Amalgama usada para denominar habitualmente iniciativas que presentan un contenido diseñado con fines educativos y con un marcado componente lúdico. Este tipo de iniciativas, que a menudo son promovidas tanto por organismos públicos como por entidades privadas, se focalizan en trasladar el contenido educativo oficial a un entorno lúdico, mayoritariamente en educación primaria y secundaria (Moreno-Ger et al., 2008), aunque es susceptible de ser aplicado en la práctica totalidad de los niveles educativos, siempre que se tengan en cuenta las particularidades estructurales de cada uno de estos niveles y contextos.

**Efecto Proteo (Proteus Effect):** Fenómeno cuya etimología proviene del dios marino en la mitología griega Proteo, que tenía la capacidad de cambiar de forma. El fenómeno hace referencia, en el contexto de los espacios virtuales, a la adaptación del comportamiento del individuo en su interacción con el espacio virtual a la forma o aspecto externo del *yo virtual* o *avatar*. De este modo, la literatura científica observa comportamientos y acciones derivadas directamente del aspecto físico del propio avatar, lo que influye finalmente en la toma de decisiones (Yee y Bailenson, 2007 Yee, Bailenson y Ducheneaut, 2009). Así, un avatar con un aspecto más favorecido, o que inspira más seguridad, va a mostrar una mayor predisposición a interactuar en un espacio virtual, y a ejercer acciones que muestren un elevado grado de confianza en sí mismo, independientemente del aspecto físico del usuario de tal avatar o *yo virtual*. El adjetivo *proteano* (*protean* en la literatura científica anglosajona) hace referencia a la capacidad de un individuo de poseer varias auto-representaciones en un entorno virtual.

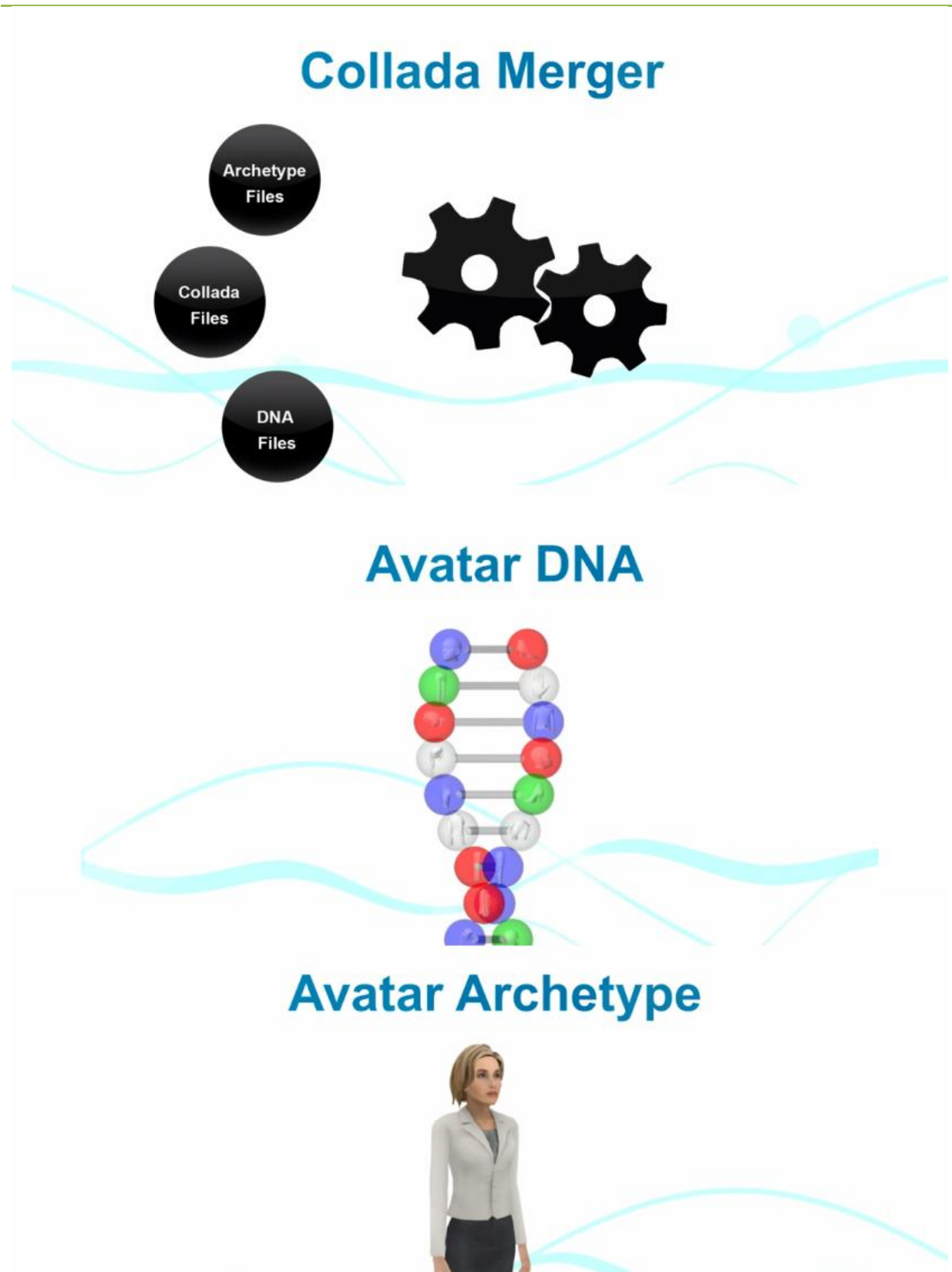


Figura 95. Secuencia de la especificación para el desarrollo de avatares abiertos en para entornos virtuales tridimensionales, *OpenAvatar*.

La plataforma utiliza contenido estándar tridimensional, pudiendo posteriormente ser exportado a especificaciones XML para objetos tridimensionales como Collada. El avatar



contiene ficheros de ADN (que incluye los modelos y las texturas desarrolladas por el usuario) y los parámetros y componentes requeridos para generar un tipo único de avatar funcional, lo que en el proyecto OpenAvatar se denomina *arquetipos*. Recuperado en 2014-12-15 de <http://vastpark.org/projects/1/wiki/OpenAvatar>

### **Escala Semántica de Productos Creativos (Creative Product Semantic Scale**

- **CPSS):** Procedimiento que tiene como finalidad implementar mejoras en la concepción y desarrollo de los productos, a través de métodos de evaluación de la creatividad de los mismos. La creatividad del producto es medida a partir de tres escalas o factores y nueve sub-escalas o facetas principales (Besemer, 1998, 2007; Besemer y O'Quin, 1989, en Chulvi Ramos, 2010, p. 196):

1) La innovación del producto (*novelty*), que depende a su vez de la originalidad con la que el producto es percibida (*original*) y el grado de sorpresa que genera la primera vez que es observado (*surprising*)

2) El grado de coherencia de la resolución del producto (*resolution*), evaluado, por una parte, por el valor que le otorga el usuario del producto (*valuable*), el grado en que la resolución del producto es lógica (*logical*), la capacidad de que el producto sea percibido como fácilmente comprensible o intuitivo por el usuario (*understable*), o la percepción de utilidad del producto (*useful*)<sup>288</sup>

3) El diseño o estilo del producto (*design*), definido a su vez por el carácter sublime de la forma (*organic*), la elegancia del estilo (*elegant*), y la solidez en la elaboración del producto final (*well-crafted*)

Dicha estructura tridimensional para la evaluación de la creatividad en los productos es denominada *Modelo de Análisis de Productos Creativos (CPAM)*, que está constituida por 55 ítems que en los que los usuarios examinan los productos y contrastan y evalúan adjetivos a través de los procedimientos marcados por una escala de Likert.

**Espacio Digital / Espacio de Información:** Metáfora descriptiva, que parte de la idea del espacio físico, y que permite realizar una aproximación representativa del concepto de espacio en relación a la traslación y migración de elementos pertenecientes desde dicho espacio físico, a un contexto en el que deben ser representados por un continuo de información (espacio digital). El comportamiento del usuario que interactúa con el espacio digital, y las acciones que se desarrollan en el mismo (que pueden ser *conceptuales, bidimensionales, tridimensionales, o estructurales*), tienen su equivalencia, en el espacio físico, aunque en algunos casos el espacio digital se constituye como una

<sup>288</sup> Ver *Modelos de Aceptación de la tecnología* o *Technology Acceptance Model (TAM)*.



metáfora del espacio físico, en lugar de una extensión o una simulación. Dos de los conceptos con los que se relaciona directamente son el *continuo de la virtualidad* y los *entornos inmersivos de comunicación*.

Las relaciones y perspectivas que definen el espacio digital en relación a su percepción, la construcción de contenidos y metáforas dentro del mismo, son la *estructura* (la forma en que se encuentra construida y estructurada el espacio digital), el *contexto semántico* (donde existen unas relaciones estrechas entre los contenidos que conforman el contexto del espacio digital), la *interacción funcional* (donde se define el espacio de información a partir de las interacciones que se producen con los usuarios) y la *interfaz* (que depende del dispositivo con el que se accede al espacio de información).

Tosete Herranz (s.f.) describe las propiedades que debe de tener el espacio digital<sup>289</sup>: *Independencia con respecto al soporte físico* (se puede acceder desde cualquier medio), *Independencia en relación al espacio físico* (se puede acceder desde cualquier punto del planeta que posea una conexión), *Intemporalidad* (el acceso se puede hacer en cada momento del día), *Interoperabilidad* (independencia del dispositivo), *Portabilidad / Accesibilidad* (el espacio debe de ser convertible a un formato estándar de comunicación), *Degradabilidad* (el diseño y la ergonomía del dispositivo son condicionantes en el acceso a la información), *Manipulabilidad* (la información debe de ser susceptible de modificación), *Buscabilidad* (la información tiene un carácter semántico, debiéndose encontrar codificada, estructurada y marcada), y por último, debe constituir un *Espacio de interacción social*, en la medida en que permita no solo interactuar con la información sino con otros usuarios (conectados o cercanos en el espacio físico).

### **Estación de Trabajo de Audio Digital (Digital Audio Workstation / DAW):**

Sistema digital, compuesto por un dispositivo de hardware, llamado *host* (que permite procesar el sonido), que incorpora una interfaz de audio (que realiza la conversión de formato de sonido), y por un software de edición de audio, encargado de la edición, conjunto que se conoce como DAW integrado. El término DAW hace también referencia, de manera específica, a los softwares que funcionan a modo de secuenciadores de música, y que se encuentran a menudo incorporados en el propio DAW integrado. Entre los más conocidos se encuentran *Pro Tools*, *Audition*, *Kristal*, *Reason*, *MU.LAB* o *Steinberg Cubase*.

También entran dentro de esta categoría, a través de la ampliación del término, softwares propiamente dichos de edición de sonido, incluyendo aquellos de licencia libre: *Audacity*, *Ardour*, *MusE*, *LMMS* o *Rosegarden*.

<sup>289</sup> Recuperado en 2010-09-03 de [http://www.imaginas.net/galeria/espacio\\_digital.htm](http://www.imaginas.net/galeria/espacio_digital.htm)

**Fantasma (Phantasm):** Harrell (2013), lo define, en su trabajo *Phantasmal Media*, como imágenes culturales representadas en los medios digitales, audiovisuales, y en el continuo de la virtualidad, que obedecen a determinados patrones culturales y puntos de vista con respecto al mundo (cosmovisión) y las relaciones que los individuos tienen con dicho espacio. Citando textualmente al autor: *una imagen integrada con conocimiento y creencias culturales*<sup>290</sup>. Los fantasmas son creaciones artificiales en el espacio virtual, que obedecen a patrones culturales y estereotipos en la vida real, de modo que los deseos y los prejuicios que existen en el contexto cultural de los individuos se ven reflejados en la construcción de sujetos (*avatares*) en el espacio físico.

Ver **Efecto Proteo**

**Filtro de Kalman (Estimación Linear Cuadrática):** Algoritmo desarrollado por Rudolf E. Kalman en los años 60, es un algoritmo aplicado al sonido que utiliza una serie de medidas a lo largo del tiempo, que produce estimaciones de variables que son a priori desconocidas, pero que tienden a tener una mayor precisión que aquellas basadas en una medición individual. (Welch y Bishop, 1995).

**Firmware:** El firmware es un bloque de instrucciones que se encuentra en la memoria y que corresponde a los comandos utilizados en los circuitos electrónicos que ejecutan las tareas simples. El firmware está incorporado dentro del hardware de los circuitos electrónicos, y suele utilizar algún tipo de lenguaje de programación. Entre las aplicaciones que tiene el firmware, se encuentra el sistema BIOS, que consiste en un bloque de instrucciones sencillo que permite poner en marcha el sistema operativo y la memoria RAM de los ordenadores. Por otra parte, la mayoría de los componentes electrónicos de los que disponen los objetos electrodomésticos o utilitarios (automóviles, teléfonos móviles) llevan incorporado algún tipo de firmware. En el presente trabajo de investigación, el concepto de firmware también se incorpora dentro del apartado relativo a la robótica.

**Fordismo:** Sistema de producción industrial, implantado a partir de los modelos de fabricación en cadena desarrollados Henry Ford en la primera y segunda décadas del siglo XX. Los rasgos principales del modelo de producción fordista, cuyo auge se remonta a los años 50 del siglo XX, siendo, además, sus máximos exponentes los denominados trabajadores de cuello azul, son: división del trabajo, producción en serie para la reducción de costos, control de los tiempos asociados a la producción, y fabricación masiva de bienes con el fin de que puedan ser adquiridos por el mayor número de estratos socioeconómicos heterogéneos. La naturaleza del modelo es

<sup>290</sup> *An image integrated with cultural knowledge and beliefs.* Recuperado de <http://newsoffice.mit.edu/2013/fox-harrell-phantasma-media-1023> en 2014-08-12

referenciada y abordada por diversos autores desde diferentes perspectivas (Toynbee, 1939, 1948, Campion, 1996).

**Fotografía Computacional (Computational Photography):** Raskar y Tumbling (2008) describen la fotografía computacional como un campo emergente multidisciplinar, que conforma una intersección entre diferentes áreas de investigación y desarrollo, entre los que se encuentra la óptica, el procesamiento de señales, la electrónica, el arte, la computación y visión gráfica, y por último las redes sociales y el intercambio de archivo a través de las redes. En contraste con la captura fotográfica de imágenes tradicional, la fotografía computacional tiene como finalidad la comprensión y el análisis de una representación de la complejidad dimensional de la escena en un grado más sofisticado y complejo.

La evolución del campo de la fotografía computacional se produce a través de tres fases diferenciadas:

**1) Fotografía Épsilon (Epsilon Photography):** En esta primera fase se procede al desarrollo de un dispositivo de captación de imágenes (cámara) de altas prestaciones, con una mejora exponencial con respecto a los parámetros de los dispositivos fotográficos tradicionales, tales como rango dinámico, el campo de visión, o la misma profundidad de campo. La fotografía es capturada a través de múltiples muestreos, debido a la complejidad que suponen los procesos de la fotografía computacional, cada una con una *variación epsilon*, a través de la transformación de los píxeles y de las propias características de la imagen computacional. El proceso de captura de imagen se realiza a través de múltiples muestreos, cada uno de los cuales se encuentra sujeto a una variación epsilon diferente en lo que respecta a los parámetros de medición del dispositivo de captura, correspondiendo a lo que se denomina, a su vez, a una visión de bajo nivel.

**2) Fotografía Codificada (Coded Photography):** Esta fase del proceso se centra en la construcción de herramientas (de carácter digital) que vayan más allá de las capacidades del dispositivo mejorado de captura de imágenes descrito en el apartado de fotografía épsilon. Estas herramientas van a permitir codificar la información capturada por el dispositivo de manera que la decodificación correspondiente de la imagen permite su descomposición en elementos reconocibles tales como los componentes de la iluminación global o directa, campos visuales y de luz, o la distinción entre discontinuidades geométricas y materiales. Esta fase corresponde a una visión de rango medio: materiales, bordes, segmentación y organización, entre otros.

**3) Fotografía de extracto (Essence Photography):** Esta fase reflexiona y pretende ir más allá de las cualidades radiométricas y del símil que considera el aparato de captura fotográfico como una mera imitación del ojo humano. El objetivo en esta tercera fase del proceso de fotografía computacional es realizar una serie de capturas de lo que Raskar y Tumbling definen como la esencia visual de la escena, y analizar perceptivamente los componentes críticos de la captura, dando lugar a nuevas formas de expresión y comunicación artísticas a través de nuevas descripciones del mundo después de un procesamiento visual de alto rango.

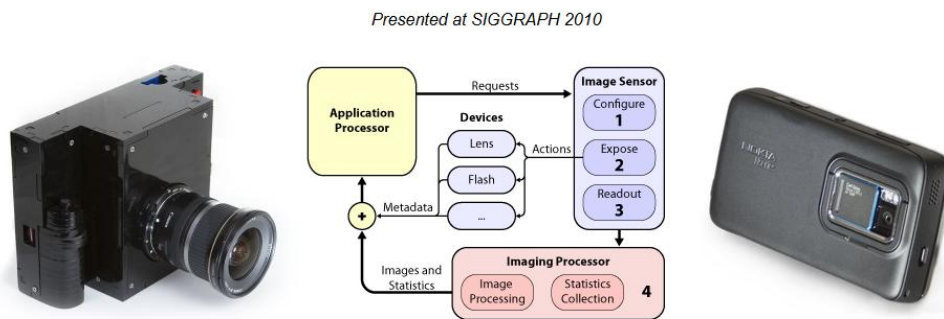


Figura 96. La *Frankencamera* es una plataforma experimental desarrollada por la Universidad de Stanford en 2010 para incorporar los factores de estandarización en arquitecturas abiertas y APIs para dispositivos de captación de imágenes.

El objetivo del desarrollo de esta arquitectura (la *Frankencamera* hace referencia a la propia arquitectura, no al dispositivo de captación de imágenes), es crear un entorno de investigación y experimentación de carácter abierto para incorporar innovaciones en el contexto de la imagen computacional, de modo que se potencie el desarrollo de algoritmos, aplicaciones, y hardware para los dispositivos de captación de imágenes computacionales. Recuperado en 2014-12-20 de <http://graphics.stanford.edu/papers/fcam/>

**Fusión de sensores (Sensor Fusion):** Es la fusión de datos adquiridos por diferentes fuentes para crear un conglomerado que presente un tipo de coherencia. En este sentido, la fusión de sensores combina en cierta medida, a modo de sinergia, los datos adquiridos de manera que la suma de las partes individuales son más efectivos en términos de aprovechamiento y uso de la información que el uso individual de cada parte o fragmento de información.

**Gamificación (Gamification):** Uso de la lógica y el mecanismo de los juegos en contextos que no son usualmente asociados a los juegos, con el fin de involucrar a los participantes en la resolución de los problemas y/o la consecución de objetivos concretos.



Figura 97. *The Speed Camera Lottery* es un proyecto de VolksWagen y el Ayuntamiento de Estocolmo de tentativa de implementación de la gamificación y la teoría de juegos en el contexto urbano, en este caso en el tráfico rodado.

El proyecto piloto consiste en que los conductores de los vehículos que transitan por la ciudad entran en una especie de *concurso* para cumplir el límite de velocidad. Para ello fueron situados avisos con los límites de velocidad en puntos estratégicos de la ciudad.

Recuperado en 2014-12-20

[http://thegovlab.org/wiki/Stockholm\\_Speed\\_Camera\\_Lottery\\_%28The\\_Fun\\_Theory%29](http://thegovlab.org/wiki/Stockholm_Speed_Camera_Lottery_%28The_Fun_Theory%29)

<https://www.youtube.com/watch?v=iyHzHWwJXaA>

de  
y

### **Habitación China:** Ver **Test de Turing**.

**Head mounted Display (HMD):** Es un dispositivo de visualización de realidad aumentada, virtual y mixta, adaptado a la cabeza del usuario a modo de casco. Es el nombre que reciben en el contexto anglosajón los cascos de realidad virtual.

**Head-up Display (HUD):** Dispositivo de visualización usado en Realidad Aumentada, Virtual, y Mixta, y está configurado para proyectar información de forma que la perspectiva del usuario con respecto al dispositivo debe de ser frontal para que pueda visualizar dicha información. Es común su uso en simuladores de vuelo y en aeronaves. Los HUD presentan, en algunos contextos errores de visualización y perspectiva, y distorsiones en la ópticas, debidos a la propia naturaleza y disposición del dispositivo (Singh, S.S. et al, 2012)

Un **head-up display**, o simplemente **HUD**, en español *pantalla de visualización frontal*, es una pantalla transparente que presenta información al usuario de tal forma

que éste no debe cambiar su punto de vista para ver dicha información. El origen del nombre proviene del hecho de que el usuario puede ver la información necesaria con la cabeza erguida (*head up*) y mirando al frente, en vez de bajar la cabeza para revisar los instrumentos.

**Herramienta multimedia de aprendizaje (Multimedia Learning Tool - MLT):** Se refiere a cualquier dispositivo de hardware o software que incorpora una combinación de medios de expresión para transmitir información e interactuar con el usuario. Entre los medios que incorporan las herramientas multimedia de aprendizaje se encuentran: audio, vídeo, animaciones, interactividad, texto, e imagen fija. Otros medios incorporados como MLT más recientes son la realidad aumentada y la realidad virtual.

**Hiperactividad Improductiva:** Trastorno producido por una exposición intensa al uso de internet y los entornos virtuales, y cuyo síntoma más manifiesto es una actividad psicomotriz intensa, despojada de uno o varios objetivos concretos. Los factores resultantes de una hiperactividad improductiva son fundamentalmente la distracción, la superficialidad en la recepción de la información (carente de una lectura o reflexión profunda), y la necesidad de satisfacer estímulos mentales primarios de manera inmediata.

**Hipótesis Ortega:** Hipótesis que afirma que el sistema científico actual es sumamente sofisticado, fruto del trabajo conjunto de multitud de discretas aportaciones a un área del conocimiento, de manera que cualquier investigador que no pertenezca a una élite puede realizar aportaciones significativas y relevantes a un área del conocimiento determinado (Cole y Cole, 1972). La hipótesis es una reinterpretación de la obra de Ortega y Gasset *La Rebelión de las Masas*, y ha sido refutada por estudios más recientes como una perspectiva errónea de la obra del filósofo (Száva-Kováts, 2004), generando controversia. No obstante, el concepto o la idea son a su vez utilizados, en ocasiones para ilustrar fenómenos relativos a la creación en el contexto actual, a partir de la inteligencia colectiva y el trabajo colaborativo.

**Human-Computer interaction / HCI:** Ver **Interacción Humano-Computadora**



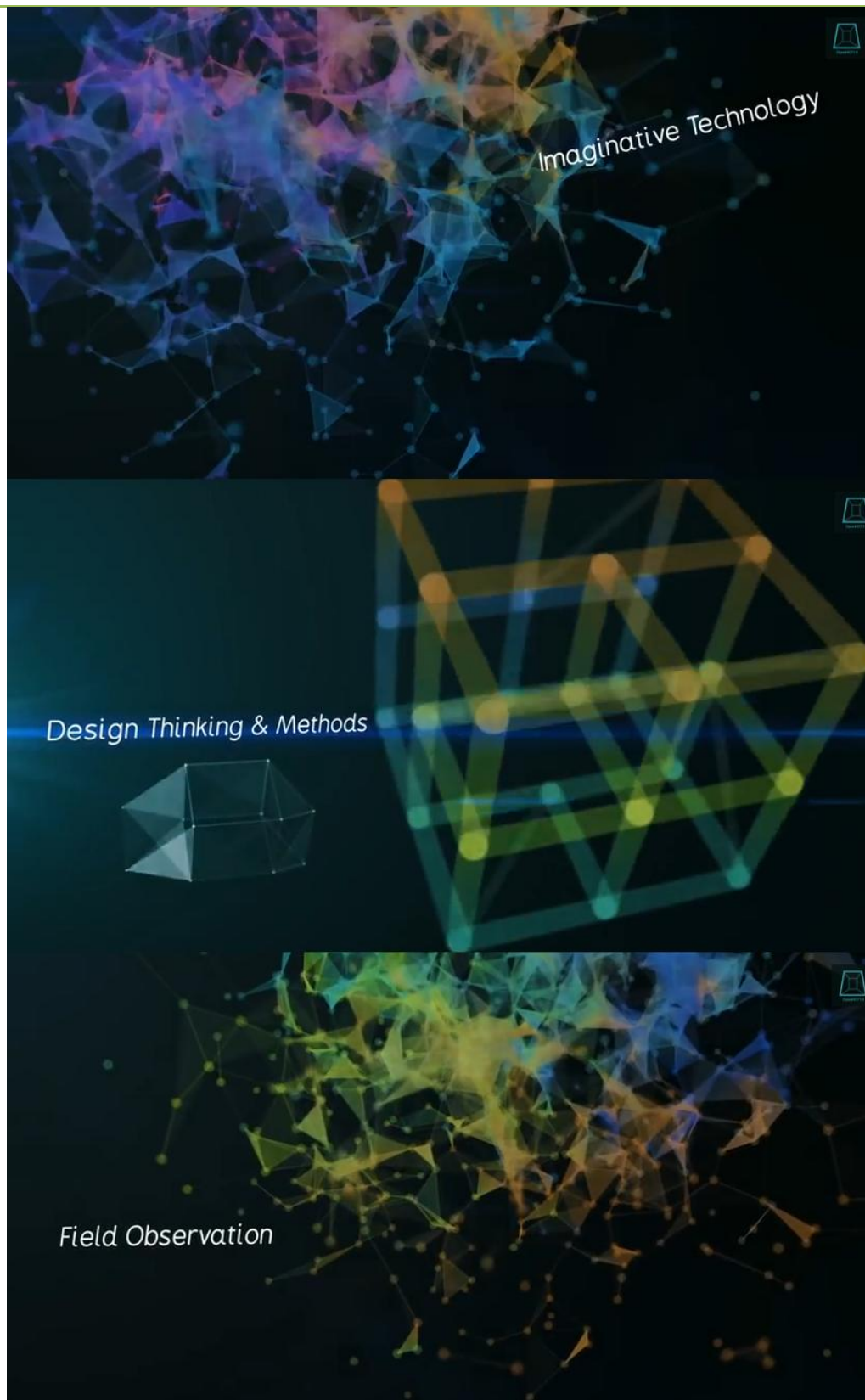


Figura 98. Secuencia del Snapshot del Open HCI 2012, workshop sobre factores de interacción humano-computadora, por la Universidad Nacional de Taiwan de Ciencia y Tecnología.

El workshop implicó a alrededor de un centenar de personas con perfiles multidisciplinares,

desde diseñadores industriales e ingenieros de software, hasta expertos en áreas como la psicología, el marketing, o la economía. Los objetivos fundamentales del workshop se fundamentan en la convergencia de dos de los fenómenos que gravitan en torno a las líneas de investigación emergentes en torno a la interacción: por una parte, las experiencias de usuario (incluyendo la parte de ingeniería o UXE), y por otra, el human-centered design (HCD) o diseño centrado en el usuario.

Recuperado en 2014-12-12 de <http://www.openhci.com/2012>

## **Human-World interaction / HWI: Ver Interacción Persona-Mundo**

**IMS Learning Design (IMS LD):** Especificación pedagógica para el modelado de unidades de aprendizaje. Se encuentra generalmente estructurado en tres niveles, A, con una descripción detallada de roles, actividades, entornos y métodos, B, con descripción de propiedades, elementos globales, servicios de y condiciones de supervisión y monitorizado, y C, con descripción de notificaciones (Burgos et. al., 2006). En el contexto actual puede, además, servir para el modelado de serious games educativos.

## **Infraestructura de la Información (Information infrastructures / INIs):**

Monteiro y Hanseth (1996) definen la *infraestructura de la información* como una tecnología sistémica que permite la regulación del comportamiento en lo relativo a la comunicación, ejerciendo de rol y de *status de los estándares*. La forma parte de un tipo particular de *sistemas de información (IS)*, pero que posee unos rasgos particulares diferenciados. La principal diferencia con otros sistemas de información es el requerimiento absoluto de que todas las partes implicadas en el proceso estén obligadas a adherirse a un estándar en todo momento, *dejando la INI de existir en caso de que la comunicación del sistema no siga el estándar marcado* (Besen y Saloner 1989, en Monteiro y Hanseth, 1996).

**Ingeniería Inversa (Reverse Engineering):** Se define ingeniería inversa como el proceso de creación de un dispositivo o sistema, a partir de la observación y el análisis de los principios tecnológicos de un sistema original, como son la disposición, la estructura, el funcionamiento o la operatividad. La observación de dichos principios tecnológicos permite la adquisición de la información necesaria que permita recrear y reproducir un dispositivo y/o sistema de funcionamiento. Los elementos a los cuales se aplica la ingeniería inversa son mayoritariamente dispositivos electrónicos y programas de software, pero también es aplicable a sustancias químicas, estructuras biológicas o moleculares, entre otros.

## **Interacción Persona-Computador (Human-Computer Interaction / HCI):**

Área de estudio que investiga los procedimientos, los modos, las formas y los procesos en que las personas interactúan con los dispositivos tecnológicos, de manera que el



conocimiento de las interacciones permita implementar mejoras y avances en las interfaces de los dispositivos que generen una comunicación más intuitiva y fluida entre los actores implicados (humano y computadora). Las áreas del conocimiento y la investigación que intervienen en el *HCI*, son las ciencias cognitivas, la ciencias de la computación, el diseño multimedia, industrial y gráfico, la ergonomía, la seguridad informática, la psicología o la visualización.

Las disciplinas relacionadas con el área del diseño, que tienen una directa implicación en los procesos de análisis del *HCI*, son el *interaction design* (*diseño de interacciones*) y el *used-centered design* (*diseño centrado en el usuario*), en algunas parte referido como *human-centered design* (*HCD*), destacando, además, un aspecto fundamental que se encuentra implícito en los procesos de diseño dentro del *HCI*, que viene a ser la cuestión de la *usabilidad* (Dix, 2009). Por ello, también cabe mencionar otros fenómenos implicados que necesariamente convergen o se intercalan con las líneas de investigación emergentes del *HCI*, como ya han sido mencionadas las experiencias de usuario (*UX*, lo que incluye recientemente la parte de ingeniería o *UXE*).

**Interacción Persona-Mundo (Human-World Interaction / HWI):** Sería el conjunto de disciplinas que engloban el estudio de la interacción del usuario con el mundo, tales como la psicología, la ergonomía cognitiva, o la motricidad. Los procesos de mejora y optimización de los usuarios con el espacio, los objetos que lo conforman, así como con otros individuos, serían llevados a cabo a través de una serie de disciplinas transversales como la ingeniería o el diseño. En este contexto, las disciplinas STEM, mismamente si no tienen un vínculo directo con las ciencias cognitivas o sociales, aportarían una base de conocimiento fundamental para la optimización de los entornos y los espacios con los que el usuario interactúa, incrementando el grado de usabilidad. Uno de los objetivos del estudio del *HWI* debe por tanto enmarcarse en la producción de mejoras en los dispositivos de interacción para el *HCI*.

**Interdisciplina:** Proceso de convergencia en la construcción de un determinado proyecto, en el cual diferentes perfiles disciplinares se presentan de forma conjunta e interrelacionada para llegar una serie de objetivos marcados. Dicho proceso de convergencia de disciplinas conlleva la elaboración de una nueva puesta en común a través de las aportaciones que puede realizar cada de ellas, siendo a su vez influenciada por el resto. Se puede, por lo tanto, observar un fenómeno de reciprocidad y permuta entre las distintas disciplinas que conforman el proceso, lo que a su vez daría lugar a la generación una serie de marco conceptuales y procedurales inéditos. Cada disciplina aporta la información necesaria al proyecto para la conformación de ese marco conceptual.

Ver **Multidisciplina, Transdisciplina.**

**Investigación-Acción:** Modalidad de investigación comparativa (lo que necesariamente implica fundamentarse en contextos colectivos), que comprende la implantación de prácticas y la participación social activa por parte del investigador a la manera de procesos activos, con la intención de aportar soluciones solucionar una serie de problemas concretos, pero que debido a que están fundamentados en contextos sociales o culturales, las soluciones se manifiestan a menudo complejas. La investigación-acción está compuesta por una espiral de etapas de análisis, las cuales se componen a su vez de un círculo de planificación, acción y hallazgo de hechos tangibles en torno al resultado de la acción. Esta modalidad de investigación encuentra comúnmente su implantación en el área de las ciencias sociales y educativas (Lewin, 1946).

**Juegos en Realidades Alternativas / Alternate Reality Game (ARG):** Juego cuyas mecánicas responden a aquellas implícitas en los videojuegos, pero que sin embargo acontecen en el mundo real, con el fin de que las actividades cotidianas y prácticas tengan un carácter más ameno, y se produzca un incremento de la motivación y de la implicación del usuario / jugador en tales actividades. Utilizan comúnmente un espacio virtual para contabilizar los progresos y/o la puntuación, incorporar las reglas del juego, crear un avatar (que no obstante será utilizado, de modo indirecto en el mundo real), etc. Esta es la principal característica que lo diferencia de la *gamificación*.

**K-12:** Designación usada en países anglosajones para referirse al conjunto de la educación primaria y secundaria.

**Laboratorio Multimedia:** Espacio dotado de dispositivos electrónicos (ordenadores, tablets, o cualquier otro tipo de instrumento que facilite el acceso a una plataforma digital), dentro de una institución, organismo o empresa, cuya finalidad es desarrollar entornos de aprendizaje o investigación dentro de una o varias áreas concretas, con la mediación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC o ICT).

**Largas Colas (Longtails):** Fenómeno que explica una distribución probabilística de un producto determinado en relación a su popularidad o éxito. El término hace referencia a los nichos de distribución que normalmente han sido obviados por la industria debido a la propia problemática de distribución funcional y logística. Con la llegada de los espacios virtuales, la caída de costes de producción y de distribución, el acceso a productos técnicamente marginales, y cuya viabilidad era en ocasiones problemática, queda en parte resuelto el problema de distribución geográfica, con lo cual esos nichos a priori marginales incorporan nuevas dinámicas de distribución para llegar a públicos potenciales.

El término fue acuñando por Anderson (2004) al percatarse de que la mayor parte de las ventas en portales como Amazon provenían de una amalgama de productos que apenas eran conocidos por el gran público, en lo que se denomina *vender poco de muchos*, en vez de *mucho de pocos*. Anderson señala, además, que la naturaleza de las Largas Colas encuentra una estrecha relación con *El Principio de Pareto* o *Regla del 80-20*, que se aplica, de manera ilustrativa, en ámbitos de naturaleza heterogénea tales como el análisis de poblaciones, las leyes que rigen la economía, la ingeniería o la computación.



Figura 99. Gráfico que ilustra el concepto de *Larga Cola* o *Longtail*, acuñado por Anderson en 2004. La gráfica señala el concepto fundamental de distribución de productos en relación a su éxito.

En la parte izquierda de la tabla (marcados en rojo), se observan los productos que conformarían el denominado *mainstream* o *hits de ventas*, los cuales constituirían una serie de productos estandarizados, conformando realmente un ínfima parte de la oferta disponible en el mercado. Por otro lado, en la denominada larga cola, es posible encontrar la mayor parte de productos del mercado, lo que Anderson denomina *gustos marginales* o *alternativos*. Aparentemente, el conjunto de ventas de esta serie de productos es menor que la de la suma de los productos mayoritarios, que en apariencia acaparan la mayoría de las ventas. No obstante, Anderson señala que la longitud de la cola es mayor de lo que a priori se creía, debido a que existen una ingente cantidad de productos denominados alternativos que mantienen un público determinado. La *Teoría de las Largas colas* vendría a sostener que los gustos que aparentemente son alternativos no son tan extraños ni marginales como a priori pudiera parecer. Simplemente la distribución geográfica haría que en un principio, debido a cuestiones de logística, fuera inviable llevar los productos a un conjunto de consumidores tan repartidos en áreas geográficas diferentes. No obstante, las tecnologías digitales han propiciado un proceso de transformación en el que las dinámicas de distribución de productos hayan cambiado de tal forma que las barreras geográficas hayan pasado a constituir una cuestión secundaria. Usando la metáfora de la sala de cine para ilustrar la idea, en un contexto anterior a la distribución on-line de una amalgama de productos, era necesario que una sala de cine en una localización geográfica concreta tuviera una afluencia de público mínima. Es decir, los consumidores potenciales de un producto tenían que estar localizados. En el contexto actual, las tecnologías posibilitan obviamente consumir productos audiovisuales online, con lo que, a la vez que aumenta la cantidad de productos disponibles en el mercado (la mayor parte de ellos marginales o alternativos), los canales de distribución hacen que la cuestión geográfica pase a ser, a priori, una cuestión secundaria.

Recuperado en 2013-10-06 de <http://www.longtail.com/about.html>

**Machinima:** Es el uso de gráficos multimedia desarrollados en entornos virtuales para la creación de piezas cinemáticas audiovisuales. En este sentido, el uso de motores de juegos y herramientas de desarrollo, programación, y diseño en 2D y 3D pueden ser usados no solamente para la creación de entornos interactivos y/o inmersivos, sino también para piezas lineares en las que la intervención del usuario se ve limitada a la observación de una cadena de eventos, en las que la narrativa es similar a la de un cortometraje o largometraje, un videoclip, un spot publicitario, o la descripción de un fenómeno. *Machinima* es una contracción o *crasis* de dos vocablos en lengua inglesa (*machine* + *cinema*).

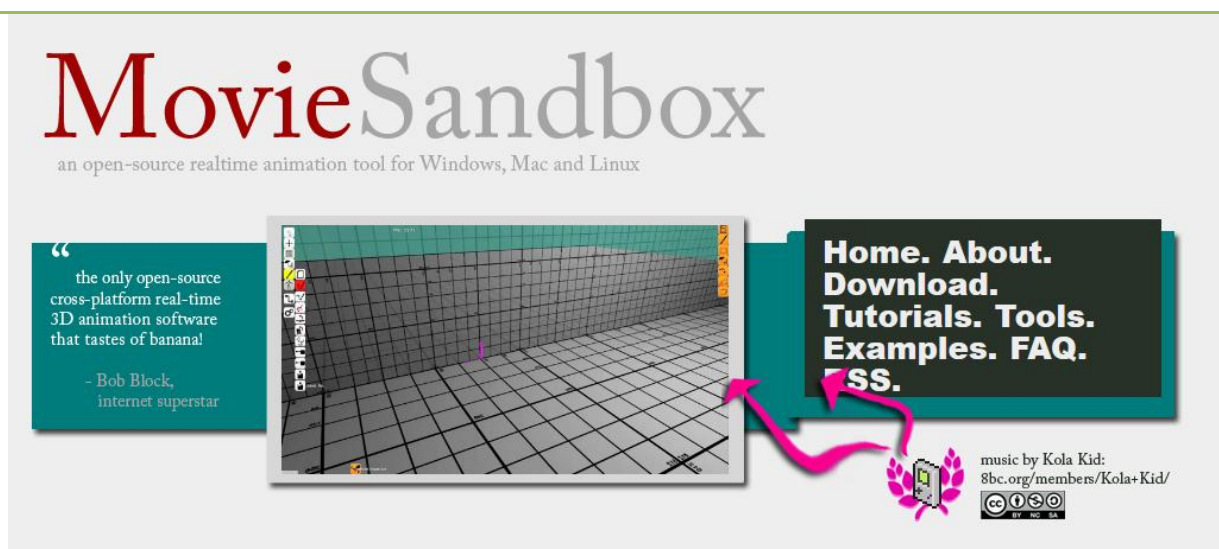


Figura 100. Captura de pantalla de la interfaz del proyecto *MovieSandbox*, herramienta de código abierto para animación en tiempo real de entornos virtuales interactivos.

Recuperado en 2014-12-12 de <http://www.moviesandbox.net/>

**MaKey MaKey:** Dispositivo desarrollado por Rosenbaum y Silver en el Medialab del MIT, que permite convertir casi cualquier superficie en un dispositivo de entrada o de control, permitiendo interactuar con el software instalado en los dispositivos. Funciona a modo de mando de control o joystick, con la diferencia que a sus terminales puede ser conectado cualquier objeto susceptible de transmitir corriente eléctrica, lo que incluye componentes orgánicos, arcillas, agua, grafito, etc. La noción implícita en el MaKey MaKey es la capacidad de convertir cualquier elemento en un dispositivo interactivo y que permite controlar, potenciando el conocimiento por parte de los usuarios de los fundamentos de la transmisión de electricidad y la programación básica, y permitiéndole, a su vez, imaginar objetos cotidianos que actúen a modo de superficies interactivas.





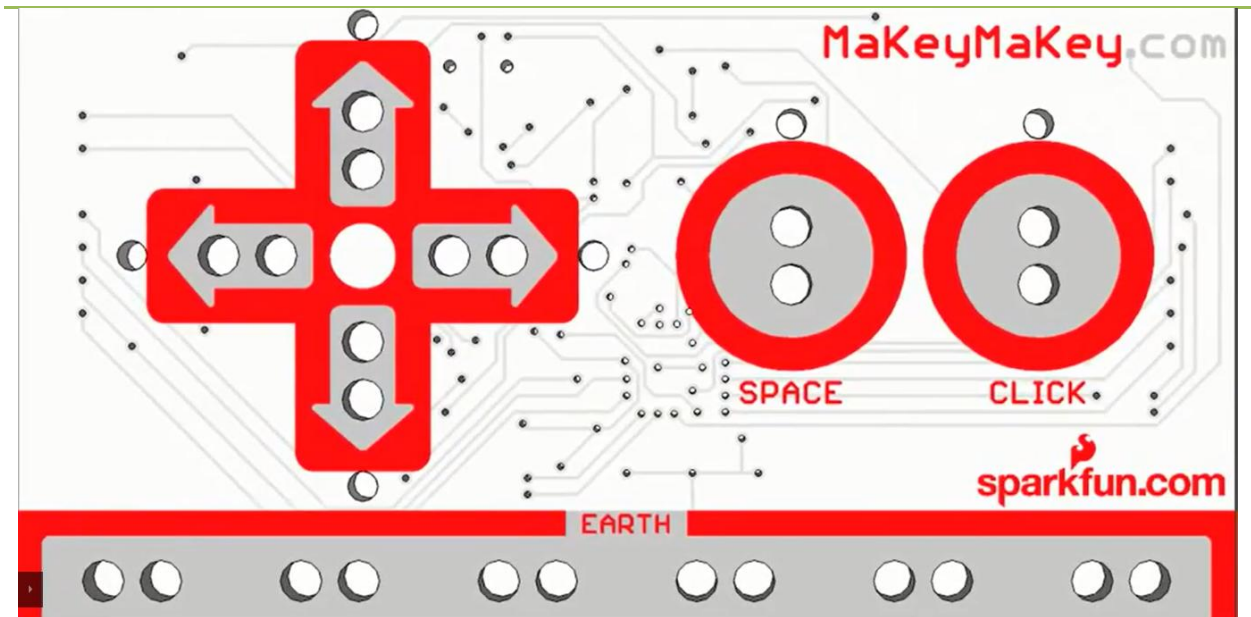


Figura 101. El Makey Makey permite hacer que las diferentes superficies transmisoras de corriente eléctrica se conviertan en terminales de interacción con el espacio virtual.

Así, se observa que conectando un programa de software que simula instrumentos musicales en tiempo real (arriba) se puede elaborar con el dispositivo un instrumento improvisado en el que piezas de fruta puedan componer las diferentes piezas del propio instrumento. En la imagen central, se observa cómo el dispositivo puede, a su vez, utilizar arcilla o plastilina como superficies de interacción para elaborar un *touch pad* o joystick que permita interactuar con videojuegos. Abajo, ilustración de la composición del circuito de Makey Makey.

Recuperado en 2014-09-10 de <https://www.youtube.com/watch?v=rfQqh7iCcOU>

**Máquina de Turing:** Dispositivo teórico consistente en un autómata capaz de plantear la resolución de cualquier problema matemático que pueda ser expresado por medio de un algoritmo, a través de un determinado número de pasos elementales. La Máquina de Turing se considera una máquina teórica, es decir, un dispositivo cuyo funcionamiento es estudiado a nivel conceptual, sin la necesidad implícita de que exista físicamente el dispositivo, aunque es posible reproducirla físicamente o simularla.

La Máquina de Turing constituye uno de los pilares fundamentales de la computación moderna (junto con la *Arquitectura de Von Neumann*), pudiéndose observar una serie de analogías notables. Una de ellas es que la concepción de las computadoras a día de hoy las dota de un dispositivo de lectura y borrado de los datos, lo que constituirá el hardware de la máquina. El software del dispositivo lo constituiría un código que interpretaría las instrucciones de entrada para dar unas órdenes de salida específicas, que podría darse en forma de gráficos, texto, sonido, vídeo, y operaciones matemáticas, entre otros. La diferencia fundamental radicaría en que el soporte de información (lo que corresponde a la cinta en la Máquina de Turing) es finito, en contraposición a la idea fundamental implícita en el modelo teórico de Turing: la cinta

sería infinita. No obstante, ello no se plantea a priori como un problema de computación, ya que las necesidades humanas de computación son a su vez finitas.

Se basa en un modelo matemático, es decir, una serie de reglas que permiten describir y resolver un problema a través de la serie de pasos elementales antes referida, permitiendo de este modo, y a través de la generalización de un problema, dar los pasos correspondientes, para llegar al punto de resolución y/o conclusión del problema.

La descripción del modelo de la máquina de Turing la ilustra como un autómata que tiene una cabeza lectora y una cinta (teóricamente infinita, como se viene describiendo) que tiene una serie de símbolos que a medida que se va produciendo la lectura le permiten cambiar de estado, en función de la serie de instrucciones que reciba en el proceso de lectura de la cinta.

Otro de los fundamentos que ha aportado la Máquina de Turing al ámbito de la computación es la capacidad que posee de desarrollar los procesos de resolución de problemas matemáticos a través de una serie de pasos (denominados comúnmente algoritmos). Los algoritmos son secuencias que estructuran un planteamiento o problema matemático en una serie de secuencias progresivas estructuradas que llevan a la resolución del problema. Uno de los modelos de representación y esquematización más comunes de los algoritmos son los *diagramas de flujo*.





© Copyleft 2014 Martin Ugarte. Very few rights reserved. [Terms of service.](#)

Figura 102. Simulador virtual de una máquina de Turing. Martín Ugarte.  
Recuperado en 2014-03-10 de <https://martinugarte.com/turingmachine/>

**Máquina de Turing Universal (UTM):** En ciencias de la computación, la UTM es la herramienta matemática (teórica) que corresponde a la estructura de funcionamiento de las computadoras modernas. El concepto de UTM (propuesto también por Turing), es que se pueden construir relaciones de entrada y salida más complejas que posibilitan un grado de simulación más elevado. Puede simular por lo tanto una Máquina de Turing arbitraria con una entrada arbitraria.

**Massive Multiplayer Online Game (MMOG) / Juego Multijugador Masivo en Línea:** Consiste en un mundo virtual conectado a una red, que permite la participación de un número elevado de jugadores que dispongan de una conexión y un periférico. Los MMOGs guardan una importante serie de analogías con los metaversos, de modo que el fenómeno de convergencia en relación a las líneas de investigación en torno a los espacios virtuales tienen en consideración factores relativos tanto a los MMOGs como a los metaversos, desde la perspectiva de la naturaleza del espacio virtual de inmersión.

**Medios Fantasmales (Phantasmal Media):** Los medios fantasmales son definidos por Harrell (2013) como combinaciones de factores e ideas en torno a la cultura del individuo, o de los colectivos que conforman un estrato social, y de la propia

imaginación sensorial. Los medios fantasmales constituyen por tanto un fenómeno cognitivo que incorpora una serie de factores y elementos que se enumeran a continuación: sentido de sí mismo (incorporando, en el contexto físico, su equivalente, que sería la propiocepción), las metáforas, la estructuración de categorías sociales, el pensamiento poético y la propia narrativa, que ejercen una fuerte influencia en las experiencias cotidianas del individuo, y a su vez en la manera en cómo interactúa con entornos virtuales y tecnologías.

**Medialab:** Espacio de producción e investigación de contenidos basados en procesos multimedia y transdisciplinares, ligados a la experimentación con la tecnología, los procesos creativos, la producción artística, la usabilidad del software y el hardware y la implantación de una cultura tecnológica en aspectos sociales de la vida.

**Metadiseño.** Ver **Net.art / Net(dot)art.**

**Meta-realidad:** Abstracción de una realidad que sirve para describir las realidades que conforman el espacio que ocupan en el continuo de la virtualidad, y que no pertenecen directamente al espacio físico. Describe también las *realidades posibles* que pueden darse en el entorno de realidad virtual o a lo largo del continuo, es decir, aquellas realidades que tienen un carácter incompleto debido a la naturaleza de la tecnología o el dispositivo con el que son representadas, pero que son susceptibles de ser modificadas.

**Metaverso:** La palabra es utilizada por primera vez por Stephenson (1992) en la novela de género ciberpunk *Snow Crash*, para definir el sistema de realidad virtual alternativa al mundo real que constituye uno de los elementos fundamentales de la trama narrativa. El metaverso se describe como un espacio de realidad virtual inmersiva, persistente e interconectado, que permite a los usuarios conectarse al espacio, interactuando con los elementos que se disponen en el espacio, por un lado, y con otros usuarios conectados desde diferentes localizaciones, por otro. Lo que lo diferencia fundamentalmente de la realidad virtual (aunque uno de los factores de operatividad del metaverso es la virtualidad) es que se constituye como un *mundo virtual*, es decir, adquiere parte de las características propias de la simulación de un universo físico.

Castronova (2005) incorpora tres rasgos fundamentales implícitos en la propia naturaleza del metaverso:

- *Interactividad:* El comportamiento de un usuario determinado en el contexto del metaverso ejerce una influencia en el espacio, los objetos que lo componen y los usuarios con los que se interactúa. Los usuarios interactúan entre ellos y se interrelacionan en el contexto del espacio virtual, de modo que las acciones llevadas a cabo en el mismo conllevan una serie de consecuencias que

conducen a la transformación de las líneas de acontecimientos dentro del contexto virtual.

- *Inmersión / Propiocepción*: El acceso en el metaverso es en primera persona, aunque la reproducción virtual del yo (avatar) no se corresponde necesariamente con aquellas que posee el usuario en el espacio físico. Por otra parte, el metaverso consta de sus propios mecanismos y leyes físicas, y el número de recursos disponibles en el mismo tiene un carácter limitado<sup>291</sup>.
- *Persistencia*: El sistema continúa funcionando aunque no se encuentre ningún usuario conectado al mismo. Los acontecimientos que se desarrollan con independencia de los usuarios conectados siguen normalmente su curso. Además, una vez que el usuario vuelve a conectarse con el metaverso, el histórico y los avances de las conexiones anteriores quedan registrado, de manera que no tiene que retroceder a la posición inicial, salvo que por alguna circunstancia propia del metaverso sea necesario.

En lo relativo a la tentativa de llevar a cabo una estandarización de los metaversos, existen varios intentos de creación y desarrollo de protocolos para permitir la interoperabilidad entre los diferentes tipos de espacios virtuales. Algunos de estos proyectos se muestran a continuación:

- Virtual Worlds - Standard for Systems Virtual Components Working Group (P1828),<sup>[2][4]</sup> [IEEE](#) (2010–Present)
- Information technology—Media context and control—Part 4: Virtual world object characteristics (ISO/IEC 23005-4:2011),<sup>[5]</sup> [ISO](#) (2008–Present)
- Immersive Education Technology Group (IETG),<sup>[6]</sup> Media Grid (2008–Present)
- Virtual World Region Agent Protocol (VWRAP),<sup>[7]</sup> [IETF](#) (2009–2011)
- The Metaverse Roadmap,<sup>[8]</sup> [Acceleration Studies Foundation](#) (2006–2007)
- The [Open Source Metaverse Project](#), (2004–2008)

---

<sup>291</sup> Es importante señalar que tal limitación no es computacional ni tiene relación alguna con las limitaciones de motores de juegos. El tipo de limitación a que se refiere es de carácter de simulación artificial, es decir, constituye una pequeña trampa de los desarrolladores para incorporar el concepto de recursos limitados que se encuentra en el espacio físico.



Figura 103. OSGrid es una plataforma de mundos virtuales que funcionan con la aplicación multiplataforma 3D, de código abierto, *OpenSimulator*.

Una característica relevante de *OSGrid* es que permite navegar a través del metaverso visitando localizaciones (mallas o *grids*) que funcionen con el software *OpenSimulator*, y hayan sido desarrolladas por otros usuarios. Recuperado en 2014-12-10 de <http://www.osgrid.org/index.php> y de [http://opensimulator.org/wiki/Main\\_Page](http://opensimulator.org/wiki/Main_Page)

**Metaverso universal:** Se define como un metaverso teórico conceptual (ya que su desarrollo está lejos de ser llevado a la práctica), que englobaría, a su vez, todos los niveles de realidad dentro del continuo de realidad-virtualidad, incluyendo:

- Todos los metaversos concretos existentes o que hubieran existido.
- Aquellos metaversos que no hubieran sido desarrollados aún.
- El espacio real o mundo físico.
- Las interacciones entre: espacio virtual - espacio virtual, espacio virtual - espacio físico.
- Los accesos a través de *puertas de virtualidad* dentro del continuo de la virtualidad. Así, por ejemplo, se podría acceder no solamente a través de realidad virtual inmersiva, sino también obtener información de tal espacio virtual universal a través de la conexión de dispositivos mediante realidad aumentada.

La existencia de protocolos, como los que se hace referencia en el apartado que describe el metaverso, al ser un intento de interoperabilidad entre entornos virtuales, permitiría realizar una aproximación a la idea y la puesta en prácticas de un metaverso universal (via teorización y modelado previos) a través de tal interoperabilidad,

teniendo en cuenta el punto de referencia del espacio físico. Ello incluiría, también, además la transversalidad de las tecnologías, tanto de *hardware* como de *software*, que pudieran ir siendo incorporadas a medida que se produjeran avances. El símil sería una aproximación a un espacio de posibles con tendencia al infinito.

**Middleware:** Software que funciona a modo de plataforma de abstracción de los programas o aplicaciones distribuidos, facilitando y simplificando, por medio de la abstracción, los procesos de interacción de las redes de comunicaciones, sistemas operativos, etc. Su función es asistir a otra aplicación para interactuar con los sistemas operativos, las redes o un conjunto de aplicaciones concretos, de manera que simplifica el uso, la programación y la interconexión de otros softwares distribuidos y cuya interconexión es compleja. Panourgias et.al. (2013) incluyen dentro del middleware algunos motores de juegos y realizan un estudio de los procesos creativos desarrollados en torno a las tecnologías digitales, con la mediación de elementos que ayudan a la simplificación de mecánicas de los factores implicados. En el contexto del continuo de la virtualidad y los videojuegos, el middleware corresponde a los motores de juegos en la medida en que estos sintetizan la comunicación entre los diferentes perfiles que desarrollan el software, a la vez que las tareas son esquematizadas.

**Minería de datos (Data Mining):** Proceso de análisis de los datos obtenidos desde diferentes aproximaciones y con diversas metodologías de manera que el conocimiento y convergencia de análisis del conjunto de datos analizados a lo largo de tal proceso permita procesarlos como información útil que sea aplicable en espacios del conocimiento concretos. De este modo, el proceso de minería de datos tiene, como uno de sus objetivos primordiales, hallar posibles correlaciones o patrones en una notable cantidad de áreas en bases de datos de gran tamaño.

El software de minería de datos es categorizado dentro de las herramientas de análisis de contenido. Los métodos que combina la minería de datos para la transformación de la información, a priori en bruto, en una estructura comprensible son múltiples, tales como la estadística, el aprendizaje de las máquinas computacionales, la inteligencia artificial o los sistemas de gestión de bases de datos (SGDB).

**Mod (Modification):** dentro del contexto de los serious games y los videojuegos, se denomina *mod* a la extensión que supone un cambio en la estructura original del propio juego, aportando así, contenido adicional que ofrece nuevos entornos, personajes, historias o experiencias de jugabilidad.

Los desarrolladores de juegos cuentan con la colaboración de un número de usuarios que además contribuyen a crear los mods, ya sea en forma de contenidos o en forma de extensión no oficial de la estructura original del juego. Hoy día, un alto porcentaje de juegos desarrollados en los últimos años disponen de los medios necesarios, a modo

de tutoriales e instrumentos, que den lugar a que usuarios y desarrolladores independientes puedan incorporar de nuevos contenidos a juegos que ya existen.

**Modelo de Aceptación de la Tecnología.** Ver **Technology Acceptance Model (TAM)**

**Modelo de Análisis de Productos Creativos (Creative Product Analysis Model / CPAM)** ver **Escala Semántica de Productos Creativos (CPSS).**

**Multidisciplina:** Proceso de convergencia en la construcción de un determinado proyecto, en el cual diferentes perfiles disciplinares se presentan para llevar a cabo, de forma conjunta, una serie de objetivos comunes. Existe una diferenciación marcada en lo que cada perfil específico puede aportar dentro del proceso de desarrollo del proyecto. Cada parte desarrolla su actividad dentro de su área de intervención y sus competencias, lo que implica que no exista una interacción propiamente dicha entre los campos disciplinares de cada sujeto participante, siendo fácilmente reconocibles los límites entre los diferentes marcos de intervención de cada disciplina y sus campos de acción.

Ver **Interdisciplina** y **Transdisciplina**.

**Mundo Virtual:** Ambiente simulado en un dispositivo, habitado por usuarios representados mediante encarnaciones virtuales (avatares), usualmente tridimensional, que se comporta como un icono en cualquier espacio público de internet, sometido a unas reglas y leyes (de carácter comportamental o físico, e incluso en algunos casos sometido a las reglas de un sistema económico) cuyos personajes forman parte de una historia o una trama (Manrique, 2009, en Gértrudix & Gértrudix, 2009).

Ver **Continuo de la Virtualidad** y **Metaverso**

**Narrema:** Es la unidad básica de la que se compone cualquier estructura narrativa, correspondiendo, de este modo, en la narrativa, al fonema en la fonología y al morfema en la morfología. Describe por tanto la unidad mínima en que la estructura narrativa se disuelve, conformando, a la vez que el núcleo de dicha estructura, y proyectando, a su vez, el conjunto de eventos, personajes implicados, y ambientes (incluyendo lugares concretos referidos en la trama narrativa), y pudiendo a su vez ser equiparado con la noción de algoritmo (Wittmann, 1974). Esta reducción a la unidad básica de narración permite a su vez incrementar el potencial de uso y acción de un objeto determinado de los que componen la narrativa, incorporando un abanico de posibilidades notable al objeto referido, especialmente en lo que respecta a las narrativas no lineales, y donde el espacio en el que se desarrolla la trama narrativa

posee un carácter interactivo, como es el caso de la realidad virtual inmersiva e interactiva, o el videojuego. El narrema también se conforma como un elemento especialmente relevante en el área de las ciencias de la computación (Schärfe, 2004), ya que la reducción de los elementos a una unidad básica encuentra una relación con la necesidad de reducción de los elementos de la computación a sus unidades elementales, ya sea en la programación orientada a objetos o la programación estructurada.

**Net.art / Net(dot)art :** Es el conjunto de manifestaciones artísticas, de diversa índole, que se realizan ex-profeso para ser reproducidas en internet (a modo de lienzo o soporte), o en su defecto en un dispositivo o soporte digital que permita que sea visualizada por los espectadores, a modo de investigación o experiencia, en torno a nuevas prácticas de comunicación, o nuevas propuestas de interacción con el usuario del dispositivo. San Cornelio, Alberich, Alsina, Pagès y Roig (2010) realizan una descripción de varios términos que se asocian directamente al fenómeno, como son *New Media Art* o *Arte de los Nuevos Medios*. Esta serie de asociaciones con el fenómeno, enumeradas por San Cornelio et al. (2010), poseen un carácter más genérico, ya que incorpora la idea de potencial de uso de cualquier tecnología (no restringida exclusivamente a internet) susceptible de potenciar que el usuario pueda realizar proyectos con un marcado componente creativo.

Giaccardi (2007) incorpora al fenómeno de la creación en el espacio virtual el concepto de *metadiseño*, para definir una serie de prácticas que llevan ocurriendo en el arte, la cultura y los medios desde los años 80, y que involucra áreas como el diseño gráfico, el diseño de software, el diseño de la información, el diseño industrial, el diseño de biotecnología, el *interaction design*, la arquitectura o las telecomunicaciones. La serie de aportaciones que el uso de los espacios digitales ha incorporado al contexto de las disciplinas inherentes al área del diseño, las cuales tienen un marcado componente creativo, han contribuido a moldear la dimensión intersubjetiva de la experiencia humana. Los agentes implicados, a su vez, procedentes de un notable número de áreas del conocimiento (como las que vienen siendo mencionadas en este párrafo), incorporan al ámbito de las disciplinas que abarcan el metadiseño y la creación en espacios digitales un intercambio de reflexiones en torno a tres ejes fundamentales: interacción, participación, y co-creación. Giaccardi (2007) también aporta una serie de reflexiones en torno a poner el foco de las investigaciones en sistemas que posibiliten crear un marco colaborativo para la mejora de la interacción en el ámbito de los entornos gráficos y virtuales. Una de las nociones fundamentales del metadiseño es la idea de que el usuario puede intervenir en el proceso de creación y diseño.

Otros autores (Popper, 2007, Wands, 2007) analizan el impacto que ha supuesto la transformación de los medios creativos gracias al impacto que ha producido la propia

evolución de las herramientas digitales. A su vez, hacen referencia a cómo los artistas y creadores, involucrados en estos ámbitos de expresión, exploran temáticas y problemáticas de carácter social o político.

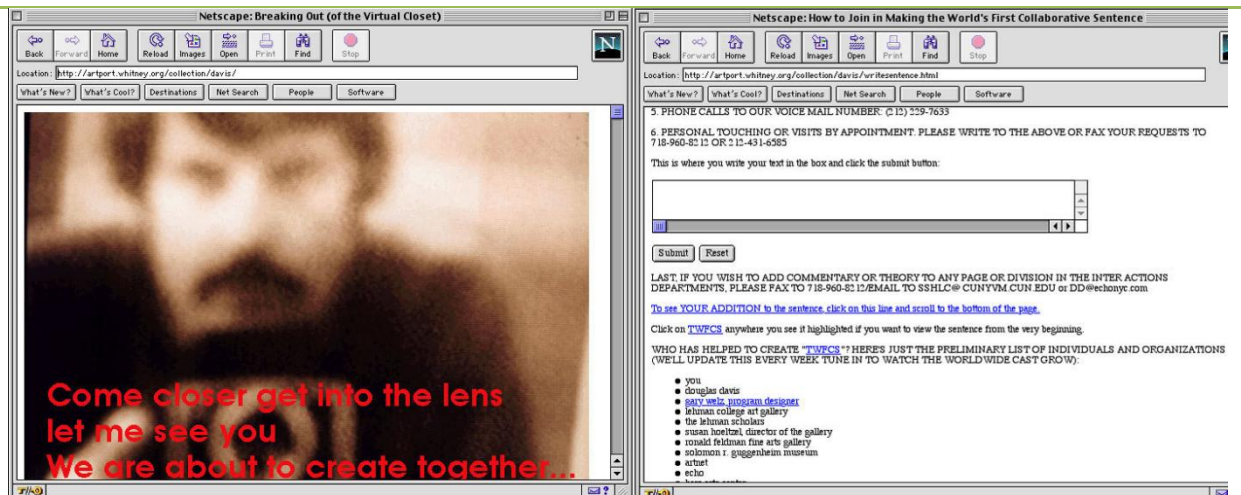


Figura 104. The First Collaborative Sentence, de Douglas Davis, 1994.

En el año 1994 Douglas Davis<sup>292</sup> elabora lo que sería una de las obras pioneras del net.art, llamada *The World's First Collaborative Sentence*. La obra marca a su vez el punto de partida en la colaboración de usuarios a través de internet, en este caso en el proceso colectivo de construcción de una frase con una proyección a priori ilimitada, fundamentada en la idea de que sea siempre susceptible de que los usuarios puedan incorporar fragmentos de manera indefinida. Esta peculiaridad, que combina la elaboración de un proyecto colaborativo, en el que los usuarios pueden intervenir desde cualquier punto del planeta, siempre que dispongan de conexión a internet, y junto con la idea de la intervención que otorga un elevado grado de libertad creativa, se ha visto incrementada en el momento en que el acceso a los entornos digitales que permiten algún grado de interacción e intervención, y a internet, se ha ido generalizando, ampliando considerablemente el espectro de posibilidades en relación al desarrollo de proyectos que incluyen estos dos factores previamente mencionados: *libertad creativa* e *intervención colaborativa*.

Recuperado en 2014-12-23 de <http://whitney.org/Exhibitions/Artport/DouglasDavis>

## Ontología del Actante-Rizoma ver Teoría del Actor-Red

**P2P (Peer-to-peer, entre pares):** La interconexión o computación P2P hace referencia a una forma de arquitectura de partición de manera distribuida, a modo de red de equipos o nodos, que se encuentran con el mismo nivel de privilegios. Así, la estructura, arquitectura y distribución difieren del modelo vertical cliente-servidor, que son sustituidos por dichos nodos.

<sup>292</sup> No confundir con las citas a Davis (1989) en torno a los Modelos de Aceptación de la Tecnología (TAM).



Los modelos de P2P más relevantes (redes de distribución) son los P2P puros o completamente descentralizados (como *Freenet* o *Kademia*), las híbridas o semicentralizadas (*BitTorrent*, *Direct Connect*) y las centralizadas (*Napster*).

Los usos y aplicaciones de una red P2P son principalmente: el intercambio de información (incluyendo la transmisión de datos en tiempo real), por una parte, y la optimización y mejora de rendimiento del ancho de banda, por otra.

**P3P (Platform for Privacy Preferences Project / Plataforma de Preferencias de Privacidad):** Protocolo que permite a los sitios web expresar su uso relativo a las prácticas de privacidad en un formato estandarizado, pudiendo el usuario que visita un sitio web determinado, de este modo, ejercer un mayor control sobre su propia privacidad en el momento al que accede al sitio. La información de las prácticas del uso de la información en el sitio es suministrada en formatos inteligibles tanto para la máquina como para el humano, habiéndose desarrollado, en ocasiones, por parte de los navegadores, interfaces inteligentes incorporando factores que dan lugar a la optimización de la comprensión de las políticas de privacidad.

**Paisaje Sonoro (Soundscape):** Definido en un principio por Schafer (1985) como *espacio acústico*, el paisaje sonoro (*soundscape*, en Inglés) se configura como un acrónimo que aúna los términos *sound* (sonido) y *scape* (de *landscape*, paisaje, en inglés). A partir de posteriores estudios llevados a cabo por Schafer (1993) y otros autores (Zhang y Kang, 2007) se describen las características del paisaje sonoro como una serie de eventos percibidos por el oído y que ayudan a configurar, a través de la reconstrucción mental, un escenario determinado, con un componente espacio-temporal evidente, que pone en relieve la relación intrínseca del propio tiempo con el sonido, y con la componente de profundidad espacial y dimensional que posee el propio sonido.

En la actualidad, el paisaje sonoro constituye un objeto de estudio y una línea de investigación que pretende ser una convergencia interdisciplinar (Zhang y Kang, 2007) que pretende realizar aportaciones a la explicación de las interacciones entre el ser humano y el espacio que le rodea, incorporando el concepto de sonido y dimensión sonora a otras áreas del conocimiento. Estas áreas del conocimiento referidas se encuentran en relación con fenómenos como la interactividad, las ciencias de la educación, la computación, el HCI, el desarrollo de entornos multimedia inmersivos, o las aplicaciones de realidad aumentada y realidad virtual, siendo, por tanto, el paisaje sonoro un concepto susceptible de ser tenido en cuenta para optimizar el desarrollo de espacios virtuales inmersivos.

**Paliativo Informático (Parche):** En el área de las ciencias de la computación y programación, un paliativo es un método que pretende resolver un problema de manera ineficiente y con poca soltura, pero que sin embargo consigue paliar el problema de

manera puntual en el contexto concreto en el que se precisa, sin que dicha solución sea normalmente exportable a otros contextos de naturaleza análoga. Una acepción coloquial que hace referencia al paliativo informático o parche, proveniente del portugués de Brasil, y que ilustra de manera explícita el concepto, es *gambiarra* que a su vez es utilizada para definir una improvisación efectiva a la solución de un problema puntual, sin abordar la causa estructural del problema.

**Percepción de Facilidad de Uso / Perceived Ease-to-Use (PEOU):** Davis (1989, p. 320) define la *Percepción de facilidad de uso* como el grado en el cual una persona considera que un sistema concreto es de manejo accesible. Es inversamente proporcional al esfuerzo que una persona debe desempeñar para manejar un dispositivo. Se encuentra implícito en la teoría de sistemas de información llamada *Modelos de Aceptación de la Tecnología (TAM)*.

Ver **Technology Acceptance Model (TAM)**

**Percepción de Utilidad (Perceived Usefulness):** Es el grado por el cual una persona cree que usando determinado sistema dicha persona mejoraría su desempeño gracias a la incorporación del uso de dicho sistema (Davis, 1989, p. 320). Se encuentra, al igual que el PEOU, implícito en la teoría de los sistemas de información denominada *Modelos de Aceptación de la Tecnología (TAM)*.

Ver **Technology Acceptance Model (TAM)**

**Plataforma (Computing platform):** Entorno digital pre-existente, diseñado para funcionar con uno o un conjunto de software, compuesto generalmente por: *Arquitectura de Hardware, Sistema Operativo (OS), Librerías y Entornos de Ejecución del Software*.

**Play-Learning®:** Metodología de aprendizaje (se encuentra registrada por IFO) que utiliza los elementos propios de los videojuegos y los juegos interactivos para diseñar metodologías de juego, de modo que el proceso de aprendizaje se produce en un entorno virtual en el aprendizaje se produce mediante un progreso y unas mecánicas similares a las de un videojuego. Los elementos destacados que incorpora la metodología *play-learning* son: los serious games, y la gamificación, siendo relevante el uso de entornos virtuales de aprendizaje (EVA) como plataforma.

**Postfordismo:** Sistema de producción posterior a la época y el modelo fordista, y consecuencia de una evolución de los métodos de producción de las sociedades industrializadas. Es el estado de los medios de producción en el que las teorías económicas afirman que se encontraría la mayor parte de las sociedades industrializadas y con un elevado grado de implantación tecnológica en las dos

primeras décadas del siglo XXI. No obstante, el surgimiento del postfordismo viene ligado a la crisis del petróleo del año 1973 y a la consecuente transformación en los medios de producción, donde también se destaca el auge del toyotismo. Un factor relevante del postfordismo es la transformación de los agentes que se manifiestan como máximos exponentes del modelo de producción del sistema, observándose un proceso de sustitución de los *trabajadores de cuello azul* por los *trabajadores de cuello blanco*.

Entre los rasgos fundamentales del postfordismo, es decir, aquellos que los diferencian del fordismo, son: la especialización, el uso de las tecnologías de la información y los medios digitales en los procesos de producción, constitución de sistemas más eficientes e inteligentes implementados dentro de la cadena de producción, el abandono paulatino de la elaboración de productos en masa para enfocarse en la concepción de productos cuyo público son conjuntos de población más específica, y un proceso de flexibilización del contexto de las tareas llevadas a cabo.

**Principio de Peter:** Estudio que pone foco en las organizaciones jerárquicas modernas y que afirma que las personas competentes en sus funciones, dentro de las organizaciones, son ascendidas hasta que alcanzan su grado de incompetencia en el ámbito del trabajo. Los empleados que no han sido ascendidos pasan a desarrollar las tareas de dichas personas ascendidas.

**Programación Estructurada:** Paradigma de programación destinado a la mejora de la calidad y legibilidad de un programa informático, compuesto de las denominadas estructuras de control. Estas pueden ser representadas por diagramas de flujos y diagramas Nassi-Schneiderman, pudiéndose diferenciar tres: *secuencia*, *selección*, e *iteración*.

**Programación Orientada a Objetos (POO) / Object-Oriented Programming (OOP):** Paradigma de la programación que se utiliza en la mayor parte de los sistemas actuales y que se basa en estructuras de datos que son una metáfora del concepto objeto, los cuales representan los elementos y las interacciones del mundo real o espacio físico. Entre los conceptos que conforman la POO, se pueden encontrar elementos como las *jerarquías*, la *abstracción*, la *cohesión*, o el *encapsulamiento*. La mayoría de las estructuras de los lenguajes de programación más comunes utilizan sistemas de programación orientados a objetos: *Java*, *C/C++*, *Python*, *PHP*, *ActionScript* y *ActionScript3*, *JavaScript*, *Smalltalk*, *Ruby*.

**QDA (Qualitative Data Analysis):** Acrónimo en inglés para Análisis Cualitativo de Datos.

**Realidad Aumentada (AR):** ver **Continuo de la Virtualidad o Continuo Realidad-Virtualidad**

## **Realidad Virtual (VR): ver Continuo de la Virtualidad o Continuo Realidad-Virtualidad**

**Resistividad:** Se describe resistividad como la resistencia eléctrica específica que posee cada material concreto al paso de una corriente eléctrica. La designación para la resistividad es la letra griega [rho](#) minúscula ( $\rho$ ), que se expresa en se ohmios por metro ( $\Omega \cdot m$ ).

$$\rho = R \frac{S}{l}$$

R expresa la resistencia en ohmios, S la sección transversal del material en  $m^2$ , y l la longitud del material en metros.

Lo que describe el valor de la resistividad es el comportamiento de un material cuando se le somete al paso de una corriente eléctrica, considerándose el material mal conductor cuando presenta un índice alto de conductividad, y, por el contrario, buen conductor cuando presenta un índice de conductividad bajo.

La utilidad del conocimiento de este concepto en la presente área de investigación, radica en que el aprendizaje de los conceptos de electricidad y electrónica (dentro de las disciplinas STEM), es una constante en las actividades desarrolladas en los labs y proyectos analizados, en concreto con las áreas donde el desarrollo de productos de hardware (como robots) se encuentra presente.

**Reencuadre Cognitivo (Cognitive Reframing):** Dentro de la psicología cognitiva, el reencuadre cognitivo consiste en reestructurar y/o reformular los cauces de visión y pensamiento para obtener una visión más próxima a la realidad de las circunstancias que rodean al individuo, a fin de que se puedan interceptar cauces de pensamiento irracionales que bloqueen el desarrollo normal cognitivo del individuo. Se usa sobre todo para combatir cuadros depresivos, pero también tiene una serie de aplicaciones que lo situarían en un marco de relación con el uso de técnicas de creatividad.

**Robot Holonómico:** Es dispositivo de hardware robótico que dispone de los *seis grados de libertad de movimiento*. Esto quiere decir, que, para modificar la dirección de su trayectoria, no tiene que realizar maniobras para situarse en la posición adecuada que le permita seguir la nueva trayectoria, pudiendo simplemente cambiar la trayectoria sin efectuar ningún tipo de giro. Un robot no-holonómico sería entonces, en el contexto del desarrollo, concepción y mejora de dispositivos robóticos, un modelo

robótico que precisaría de efectuar un giro pertinente para situarse en una nueva trayectoria.

**Robótica de Enjambres (Swarm Robotics):** Aproximación de la robótica que pretende abordar la coordinación de sistemas complejos a través de la mediación de un elevado número de robots simples (en Guimarães Jr., Rubio-Tamayo, Henriques, 2014). El comportamiento de los micro-robots implicados, dentro de la robótica de enjambres, sería de este modo análogo al estudio de los modelos matemáticos que ayudarían a la comprensión de los *algoritmos de enjambres*, presentes en la naturaleza, particularmente en el comportamiento gregario de animales e insectos.

**Robótica Social:** Se denomina robótica social al área del desarrollo de la robótica que estudia el desarrollo de modelos y prototipos capaces de llevar a cabo una interacción con el propio medio y con las personas, de una manera que puedan ser simulados o repetidos patrones sociales y comportamientos. Los orígenes de la robótica social se remontan a los primeros robots autónomos desarrollados por Walter (1950, 1963) en el *Burden Neurophysiological Institute* (Bristol) a finales de la década de los años 40 del siglo XX, denominados *Machina Speculatrix*, y que reaccionaban a los estímulos luminosos. Los modelos de robots autónomos de Walter se basan a su vez en la idea de que una serie de reducidas conexiones neuronales pueden reproducir comportamientos y patrones complejos.

**Seis Grados de Libertad de Movimiento:** En el contexto de la ingeniería, se refiere a la capacidad de los dispositivos concebidos de modificar la trayectoria sin la necesidad de realizar maniobras complejas para situarse en la nueva trayectoria. Tres de los grados de libertad de movimiento se encuentran asociados a la traslación (*moverse arriba-abajo, adelante-atrás, izquierda-derecha*) y rotación alrededor de su eje (*alrededor de los ejes x, y, z*).

**Serious Game:** Aplicaciones que usan las características del vídeo y los videojuegos para crear entornos de aprendizaje inmersivo que generen interés y resulten atractivos para el usuario. Los *serious games* tienen como fin de alcanzar objetivos concretos de aprendizaje, y obtener unos resultados y experiencias específicos (Freitas 2006).

**Sistema de Sonido Cuadrafónico (Quadraphonic / Quadrophonic / Quadrasonic Sound):** Es un sistema de sonido similar al que se conoce como *Surround 4.0*, que consta de cuatro canales de información de audio distribuidos en el espacio de manera que mediante la disposición espacial se permite diferenciar una fuente de otra, siendo la señal de cada uno de los cuatro canales de audio a menudo independiente.

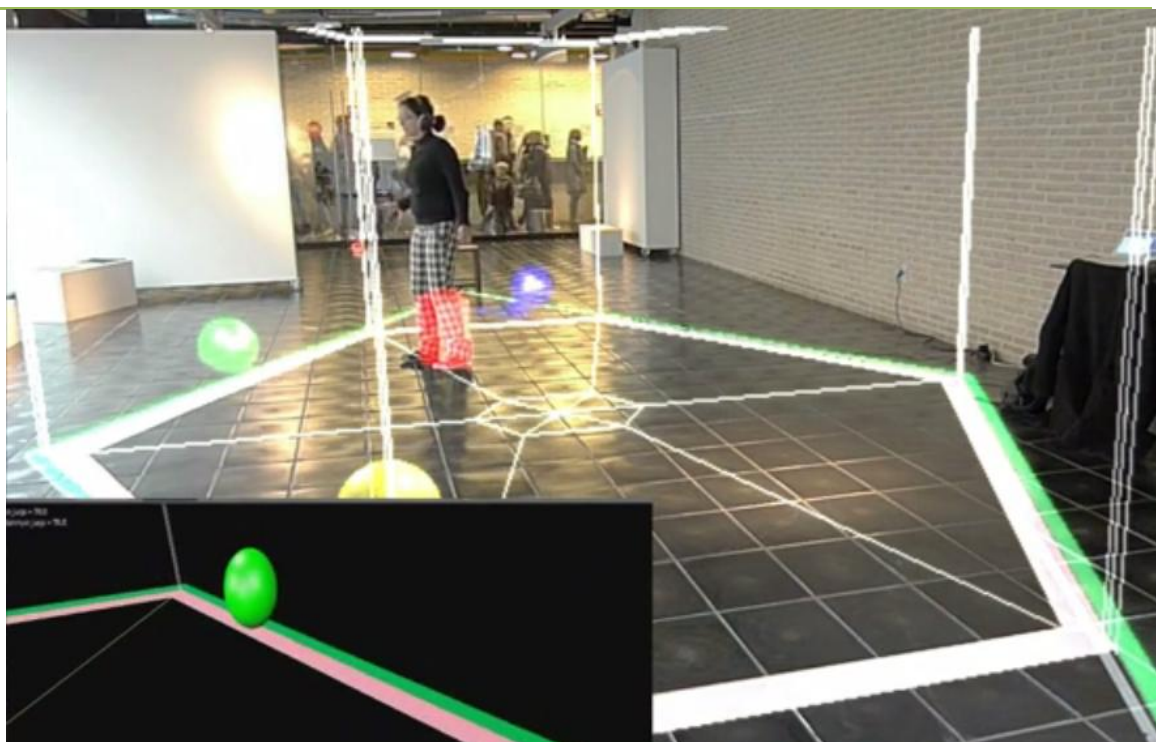


Figura 105. Los sistemas de sonido cuadrafónico también se utilizan para el desarrollo de experiencias inmersivas basadas en el reconocimiento del espacio acústico. En la imagen, la instalación interactiva de *Audiogames*, del colectivo ArsGames. Recuperado en 2014-08-10 de <http://www.audiogames.arsgames.net/>

**Sistema Orientado a Objetos:** Ver **Programación Orientada a Objetos (POO)**

**Sociología de la Traducción** ver **Teoría del Actor-Red**

**Soft Skills (Habilidades Blandas):** Término usado en el mundo del trabajo anglosajón, sobre todo en el área de la empresa en Estados Unidos, para referirse a las habilidades que tienen relación con la inteligencia emocional, las habilidades comunicativas, los hábitos de comportamiento, la capacidad de interrelacionarse con los demás y, en general, con el conjunto de rasgos inherentes a la personalidad y el desarrollo personal, en contraposición a las habilidades técnicas requeridas para un puesto de trabajo determinado.

**Stakeholder:** El término hace referencia al conjunto de los agentes afectados y/o implicados por las actividades llevadas a cabo por una organización (colectivo, institución, empresa). Este conjunto de agentes constituyen un elemento clave a la hora de desarrollar estrategias que posibiliten optimizar las actividades desarrolladas por las organizaciones, permitiendo conocer los intereses y campos de acción de las partes

implicadas. En las estructuras organizativas, normalmente se hace una diferencia entre *partes interesadas internas* (stakeholders internos) a la organización y *partes interesadas externas* (stakeholders externos) a la organización.

**Start-up:** Organización de tipo corporativo, normalmente en alguna de las fases tempranas de su concepción o desarrollo (incluida la fase de incubación). Este contexto implica que la *start-up* se encuentra a la búsqueda de modelos de negocio que sean viables y escalables, teniendo, a su vez, un alto grado de incidencia en el uso de la tecnología, tanto dentro del ámbito de desarrollo del proyecto como en la difusión del mismo.

**STEAM (Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics) learning:** Marco de aprendizaje que engloba las disciplinas de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas y que incorpora, a su vez, el contexto de las disciplinas relacionadas con las artes, la creación, la comunicación y la narrativa (Harrell y Harrell 2011).

**STEM (Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics):** STEM es el acrónimo usado dentro del campo de la educación (comúnmente en países anglosajones) para definir el conjunto de disciplinas que engloba ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, con el objetivo de identificar puntos de intersección dentro de las disciplinas referidas, así como de fortalecer la formación de los docentes y alumnos en estas áreas a través de la implementación de metodologías y estrategias específicas.

**Taylorismo:** Teoría de la gestión para los modelos de producción que analiza los flujos de trabajo (workflows), propuesta por Taylor (1911) en su obra *The Principles of Scientific Management*. El modelo taylorista implica una de las primeras aproximaciones del método científico a los medios de producción, de modo que la mejora de los mismos se sustenta en un análisis previo, en la gestión eficiente de los recursos, y en el empirismo, incorporando al mismo tiempo, factores como la ética del trabajo. El taylorismo sería, además, la base de fundamentación del surgimiento de métodos de producción industrial de la naturaleza del fordismo.

**Technology Acceptance Model (TAM):** Teoría de sistemas de información (Davis, 1989) que presenta modelos de aceptación de la tecnología por parte de los usuarios, en la medida en que su implantación en contextos sociales pretende anticiparse a las posibles reacciones e interacción del usuario con respecto a la misma. En dicho modelo, existen un número determinados de factores que determinan la aceptación de la tecnología por parte del usuario, englobándose en dos polos fundamentales: la **percepción de la facilidad de uso** de dicha tecnología y la **percepción de utilidad** por parte del usuario, para llevar a cabo una serie de objetivos específicos.

**Tecnología Háptica:** Consiste en una tecnología del tipo somato-sensorial que se encuentra en relación directa con el sentido del tacto, y que por tanto, las interacciones que se producen con el dispositivo o la tecnología son táctiles o, en su defecto, se encuentran relacionadas con la autopercepción corporal (propiocepción). Las sensaciones de inmersión pretenden ser producidas a través del sentido del tacto. El feedback que devuelve un dispositivo de tecnología háptica, se puede dar, normalmente, en forma de vibraciones, fuerzas de resistencia o botones invisibles.

Los ejemplos más comunes del uso de tecnología háptica en los entornos cotidianos se encuentran en los mandos controladores de las consolas o dispositivos para juegos, o en los dispositivos móviles, pero también se utilizan en instalaciones inmersivas para mejorar el grado de realismo, en complemento a los estímulos visuales y sonoros. La realidad virtual incorpora, asimismo, en no pocas ocasiones, y de modo complementario, tecnología háptica, lo que permite la mejora de la experiencia inmersiva. Cuando este tipo de tecnología se aplica a videojuegos o serious games, entornos de realidad virtual o aplicaciones de realidad aumentada (y en general cualquier tipo de espacio/aplicación relacionado con las tecnologías digitales), se denomina *Tecnología Háptica de Inmersión*.

La tecnología háptica se utiliza para producir una mejora de la experiencia de usuario (UX) a varios niveles:

*Mejora de la Usabilidad:* Mediante la creación de experiencias multimodales, que mediante la implicación de los sentidos del tacto, la vista, y el oído, se procede una mejora de la experiencia interactiva entre el usuario y el dispositivo.

*Mejora del Realismo:* La creación de una experiencia de usuario (UX) más cercana mediante el uso de dispositivos de tecnologías hápticas, da a menudo lugar a la mejora de sensación de realidad durante la experiencia de interacción con o a través del dispositivo, o mismamente a través de la inmersión.

*Incorporación del sentido mecánico en la interacción con el dispositivo/entorno:* Esto es, en ocasiones, preciso para comprender el contexto de las interacciones de un usuario con su entorno mediante el sentido del tacto, permitiendo una experiencia complementaria a aquella que implica los sentidos de la vista o el oído. La incorporación de la tecnología háptica a los dispositivos permite al usuario colocarse en el contexto de uso concreto del dispositivo en sí, amplificando los canales de percepción mediante la adición del tacto y el



sentido corporal (propiocepción) a las experiencias procedentes de entornos virtuales que fueran relatadas a través de los otros dos sentidos que comúnmente permiten la inmersión en tales entornos (como la vista y el oído), evitando de esta manera, por ejemplo, distracciones durante el proceso de inmersión.

Aunque no es el foco del presente trabajo de investigación, existen aproximaciones que ponen el foco en la teorización de un *continuo háptico*, equivalente al *continuo de la virtualidad*.



Figura 106. HIRO es un robot que contiene una interfaz háptica con un gran potencial inmersivo.

El proyecto, presentado en la Exposición de Prototipos Robóticos de la Exposición Mundial de 2005 en Japón, permite al usuario interactuar, mediante el sentido del tacto, con un entorno virtual, transformándose en un dinosaurio.

Recuperado en 2014-12-12 de <http://electronics.howstuffworks.com/everyday-tech/haptic-technology1.htm>

**Teoría del Actor-Red / Sociología de la Traducción / Ontología del Actante-Rizoma (Actor Network Theory / ANT):** Desarrollada por los pioneros Callon, Akrich, Law y Latour (en Law, 1992, en Latour, 2005), a partir de los años 80, consiste en una perspectiva de los estudios sobre la ciencia que considera los objetos como parte de redes sociales interconectadas, de manera que los usuarios, los objetos,

y los discursos pertenecen a la misma categoría, que los define como *actantes*. Los enfoques en los que se basa la *teoría del actor-red* parten de la teoría social, la investigación, y el constructivismo, resaltando la importancia del componente tecnológico para la definición del mundo y el espacio con el que se producen las interacciones.

**Teoría de la complejidad:** Conjunto de teorías utilizadas en el campo de la gestión organizacional y las ciencias sociales y que postulan que los sistemas organizativos poseen de manera intrínseca un carácter complejo, de manera que conforman a su vez sistemas adaptativos, dinámicos, y no lineares. Se puede observar una consonancia de las teorías de la complejidad (ya que no existe una teoría unificada de la complejidad) con la *teoría del caos* o los *fractales* (Rodríguez Zoya y Aguirre, 2011).

**Teoría de la Comunicación:** Es definida como la línea de estudios (Shannon, 2001), relacionada con las matemáticas y la información, que estudia los procesos técnicos y humanos en torno a la comunicación. Craig (1999) la define como un campo de carácter dialéctico y dialógico que se basa en dos principios: el *modelo constitutivo de la comunicación* y la *teoría como una práctica metadiscursiva*, sosteniendo que las teorías de la comunicación postuladas hasta el momento tienen un grado de validez relevante. Craig distingue, a modo de esquema, un número determinado de categorías dentro de las teorías de la comunicación, como son la *semiótica*, la *retórica*, la *cibernética*, la *socio-psicológica*, la *sociocultural* y la *fenomenológica*. A su vez, los elementos de la comunicación que forman parte de los estudios de la comunicación son: *fuentes*, *emisores*, *canales*, *receptores*, *destinatarios*, *mensajes*, *retroalimentación (feedback)*, y *elementos entrópicos*, tanto *positivos* como *negativos*.

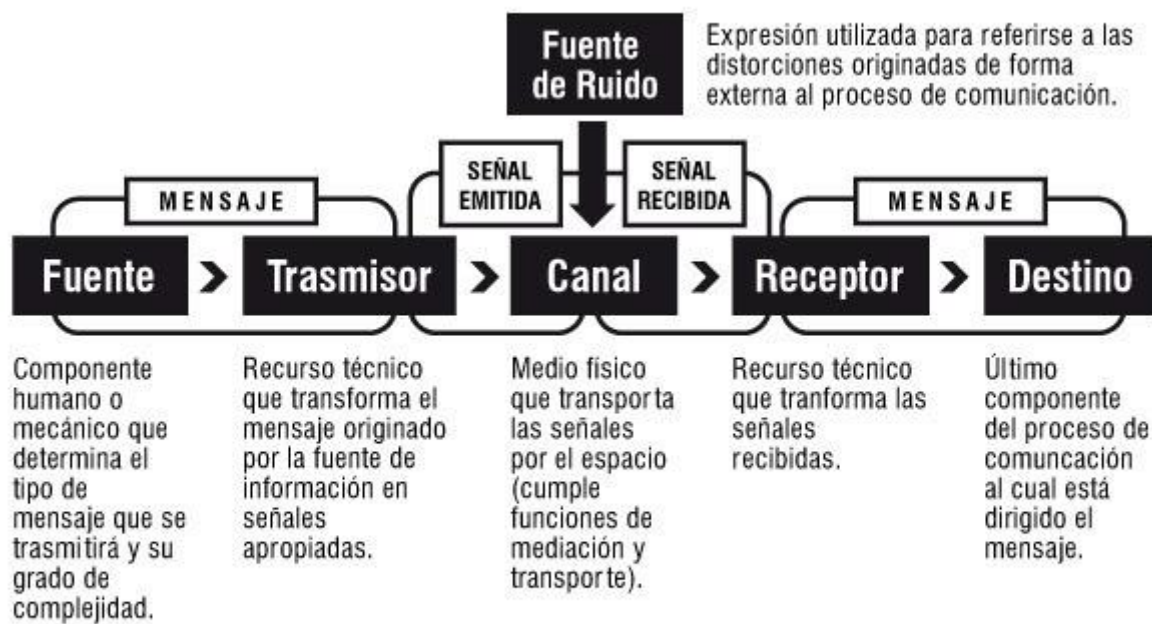


Figura 107. Estructura de la teoría de la comunicación, de Shannon (2001).

En la parte central, se destaca uno de los factores fundamentales que conllevan a interrupciones puntuales en el proceso de comunicación, como es el ruido.

Recuperado en 2014-12-20 de <http://teocom.weebly.com/claude-shannon/claude-shannon>

**Teoría fundamentada (Grounded Theory):** Se define como una metodología general para el desarrollo de teorías cuya base se encuentra en datos directamente recolectados y analizados (Strauss y Corbin, 1994, p. 273). Durante el proceso de investigación la teoría presenta un proceso de evolución a través de una interacción continua entre el propio análisis y la recolección de los datos necesarios para la investigación. Fue utilizada de manera pionera en el área de la enfermería para estudiar los procesos de evolución de las enfermedades crónicas, siendo aplicada posteriormente en el área de las ciencias sociales y de la comunicación. El principal rasgo de esta aproximación analítica lo definen Glaser y Strauss (1967, p. 5 en Strauss y Corbin, 1994, p. 273) como un *método general de análisis comparativo constante*.

La Teoría Fundamentada ha evolucionado desde su primera citación en 1967 (Glaser y Strauss, 1967, en Strauss y Corbin, 1994) incorporando fundamentos teóricos y ampliando el campo de aplicación (Glaser y Holton, 2004, Abela, García Nieto y Pérez Corbacho, 2007, Oliver, 2012).

**Test de Torrance de Pensamiento Creativo (Torrance Tests of Creative Thinking / TTCT):** Test de evaluación del pensamiento divergente, del potencial

creativo, y la capacidad de resolución de problemas, que consta a su vez de varias dimensiones o parámetros factoriales: *elaboración, originalidad, flexibilidad y fluidez*. Los factores de las dimensiones cognitivas evaluadas incluyen componentes verbales y figurativos. Torrance (1966, 1974, 1990, 1999) elabora varias versiones de los test a partir de los trabajos teóricos de Guilford (1950, 1967a). A lo largo del tiempo se han establecido modificaciones en el TTCT, como la eliminación de la escala de flexibilidad en los años 80 o la incorporación de la *resistencia a las conclusiones prematuras*, que se fundamenta en las teorías gestálticas. El TTCT consta de dos formas, la A y la B (Torrance, 1990).

**Test de Turing:** Alan Turing expuso en su artículo *Computing Machinery and Intelligence* (1950) una prueba para medir el comportamiento inteligente en una máquina. En la prueba teórica se sitúan en un espacio a una persona y una máquina, y en un tercer espacio contiguo, se sitúa un juez. El juez, no tiene en ningún momento contacto directo con ninguno de los dos intervinientes (la persona humana y la máquina), realiza preguntas que ambos tienen que responder. Si el juez es incapaz de distinguir entre la persona y la máquina entonces la máquina ha superado el *Test de Turing*.

El procesador de lenguaje natural *ELIZA*, desarrollado por Joseph Weizenbaum en el MIT en los años 60, fue uno de los primeros intentos de desarrollar programas que tenían como finalidad pasar el Test de Turing.

En el año 2010 el programador Bruce Wilcox desarrolló el robot *Suzette* para los premios Loebner, siendo la primera vez que el jurado no puede distinguir a una persona de una máquina.

En el presente dos de las aplicaciones más relevantes del Test de Turing son el *Control de Spam* y los *Captcha* (*Completely Automated Public [Turing test](#) to tell Computers and Humans Apart*).

Como contrapartida, Searle y Penrose propusieron en los años 90 el experimento de la *Habitación China* para rebatir ciertos postulados del Test de Turing. El principal argumento es que el hecho de que una máquina que haya superado el Test de Turing y sea capaz de realizar una acción indistinguible de la de un ser humano no implica el hecho que la máquina comprenda los motivos y el significado de esa acción o conjunto de acciones. Searle sostiene que los estados mentales poseen contenido, es decir, semántica, además de una sintaxis. En otras palabras *La sintaxis por sí sola no es suficiente para la semántica y las computadoras digitales debido a su naturaleza de computadoras, sólo tienen sintaxis por definición*. (Searle, 2001).

Ver **Máquina de Turing** y **Habitación China**.

**Toyotismo:** Es un modelo de producción industrial posterior al fordismo, que surge en los contextos de los países del eje del pacífico, a partir de la crisis del petróleo de 1973. Las características son similares a aquellas del postfordismo, si se tienen en cuenta una serie de rasgos particulares y el contexto geográfico.

**Touchpad:** Panel táctil incorporado en un dispositivo electrónico (mayormente en un ordenador portátil o *laptop*, o en una *tablet*), que permite controlar un cursor e interactuar con la interfaz del dispositivo. La importancia de su incorporación a las áreas de estudio relacionadas con la presente investigación está relacionada con la ergonomía cognitiva y con la interacción humano computadora (*Human Computer Interaction - HCI*).

**Transdisciplina:** Proceso de convergencia en la construcción de un determinado proyecto, en el cual una serie de perfiles disciplinares heterogéneos confluyen e interactúan para llevar a cabo una serie de objetivos comunes, dentro de un marco conceptual y procesual caracterizado por la innovación. Dicho marco se configura a través del proceso de puesta en común de perfiles individuales, que constituyen a su vez las diferentes disciplinas.

Al mismo tiempo, los límites de las disciplinas implicadas en el proceso se configura como mucho más difuso (existiendo *lagunas* de intervención en algunos casos y solapándose los marcos metodológicos en otros), que en los procesos interdisciplinarios y multidisciplinarios, debido a que la transdisciplina da lugar a la incorporación de nuevo marco de intervención y teoría, en el cual es habitual observar que no interviene un área del conocimiento específico.

Suele estar asociada a la creación de nuevas disciplinas, siempre gracias un proceso de convergencia de disciplinas existentes en una etapa anterior de la construcción del conocimiento.

En cierta medida, la transdisciplina, que pretende rellenar alguna laguna del conocimiento teórico-práctico, se preocupa por producir nuevo conocimiento en ciertas áreas, y por el surgimiento de nuevas problemáticas.

Ver **Interdisciplina**, **Multidisciplina**

**Trabajadores de cuello azul (Blue-Collar Workers):** Constituyen los máximos exponentes del modelo *fordista*, constituyendo así el eslabón en los modelos de organización del trabajo que se ocuparía de las tareas manuales y de los procesos en la cadena de montaje.

**Trabajadores de cuello blanco (White-Collar Workers):** En contraposición a los *trabajadores de cuello azul* estos constituirían los máximos exponentes representativos de los modelos postfordista y toyotista. Son trabajadores semiprofesionales o profesionales que desarrollan actividades relacionadas a la gestión, la secretaría y la administración en el contexto de la oficina.

**Triángulo de la Violencia:** Concepto acuñado por Galtung (1969, 1990) para explicar la dinámica de generación de la violencia en un contexto social determinado, y que pone el énfasis a la explicación de las posibles causas y la propia naturaleza de los conflictos. De este modo la violencia estaría categorizada en tres tipos diferenciados pero interrelacionados, tal como se muestra en la imagen y se detalla a continuación:

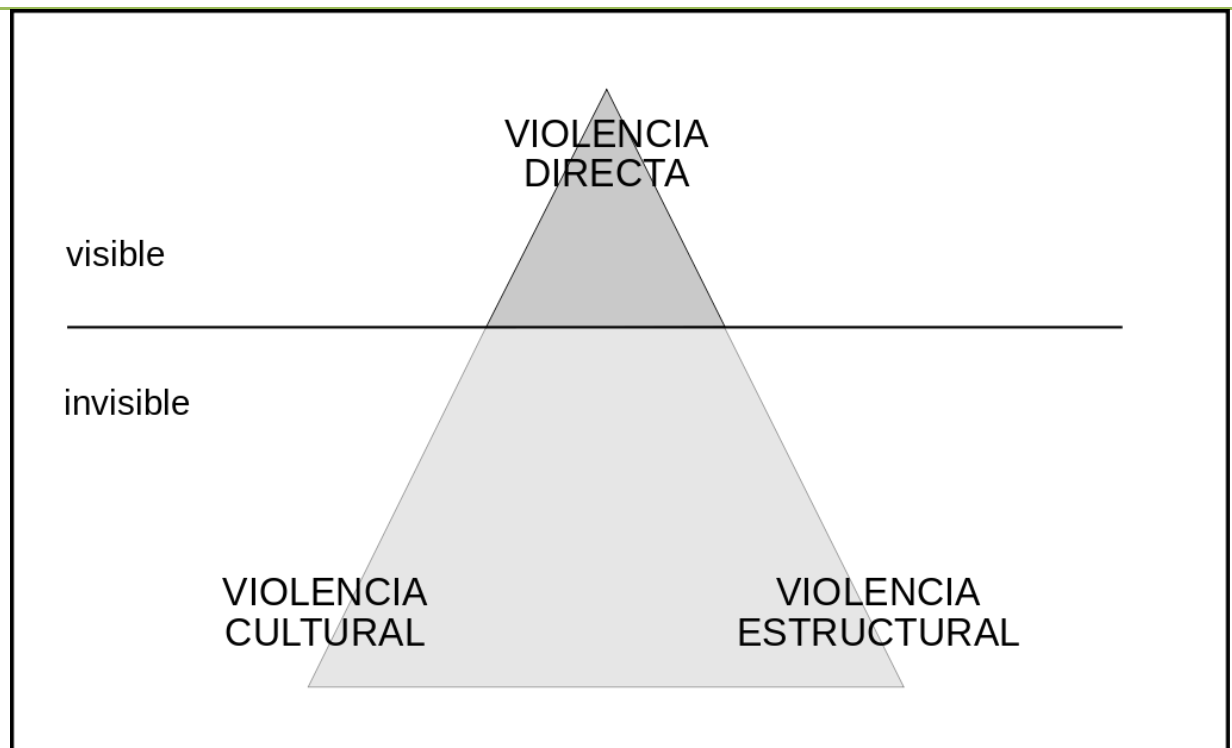


Figura 108. Triángulo de la Violencia (Galtung, 1969), que contiene los tres tipos de categorizaciones de violencia: *violencia directa* (la que se percibe de manera inmediata), *violencia estructural* (la que se asocia a las condiciones de vida determinadas) y *violencia cultural* (aquella que construye un discurso legitimador de la violencia directa). Recuperado de [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Triangulo\\_galtung.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Triangulo_galtung.jpg) en 2014-10-14

- *Violencia directa:* Es aquella que se visualiza en acciones determinadas, y que conforma lo que Galtung denomina la *violencia visible*.

- *Violencia cultural*: Categorización de la violencia, dentro de las denominadas violencias invisibles, que construye un discurso legitimador de la violencia directa a través de fenómenos asociados a la cultura, tales como las artes, la religión, el derecho o la ideología.
- *Violencia estructural*: Dentro de las violencias invisibles, Galtung categoriza la violencia estructural con la más devastadora, y donde se encuentra la causa o la explicación primera a la violencia directa, así como aporta parte de la explicación a la construcción retórica de la violencia cultural. Está relacionada con una parte estructural del sistema socio-económico que daría lugar a una privación de necesidades y/o derechos fundamentales a un individuo, un conjunto de individuos, o una sociedad entera, teniendo como resultado un proceso de estratificación social.

**Troll de Patentes:** Hace referencia a una persona o sociedad comercial, cuyas actividades se centran en desarrollar o adquirir patentes de inventos o innovaciones tecnológicas, - y sin ninguna intención de comercializar o desarrollar el producto-, cuya finalidad es cobrar a terceros por su desarrollo o utilización, de manera que el resultado es a menudo un impacto negativo en relación al desarrollo de innovaciones tecnológicas y científicas. Se calcula que, en el año 2012, alrededor del 60% de los litigios relacionados con el uso de patentes los llevan a cabo *trolls de patentes*<sup>293</sup>.

**Valle Inquietante (Uncanny Valley):** El valle inquietante es un término acuñado en los años 70 por Masahiro Mori, del Tokio Institute of Technology (en Mori, MacDorman y Kageki, 2012), que ha sido incorporado como hipótesis en la literatura científica y especializada relativa a áreas de estudio como la computación, la robótica, o la animación de personajes en entornos virtuales (especialmente los modelos computacionales tridimensionales), e incorporando los factores cognitivos y de respuesta al entorno. La hipótesis se basa en el rechazo que producen en las personas los robots o personajes virtuales que presentan un elevado nivel de semejanza con los seres humanos. Parte de la comunidad científica en las áreas de la computación, o la psicología viene explorando las implicaciones de la hipótesis en el contexto de las interacciones entre humanos y computadoras (HCI) y en el desarrollo y creación de entornos gráficos virtuales (Mori, MacDorman y Kageki, 2012), a la vez que se investigan los posibles orígenes sociales o biológicos del valle inquietante.

El *valle* hace referencia (tal como se observa en el gráfico a continuación) a la respuesta empática que producen los robots y personajes antropomórficos según se va elevando el grado de semejanza con el cuerpo y el comportamiento humano. A partir de cierto

<sup>293</sup> Fuente: <http://compemedia.org/150714lotnet.html>. Recuperado en 2014-06-10







área de la robótica y la computación. De hecho, la obra de Freud explora fobias que encuentran relación con el fenómeno del valle inquietante, como puede ser la *pediofobia* o miedo a las muñecas.

Estudios recientes (Seyama y Nagayama, 2007) revelan la respuesta de rechazo psicológico de ciertos individuos a robots antropomórficos o avatares tridimensionales que tienen un elevado grado de realismo. No obstante la confirmación de esa respuesta adversa a las réplicas antropomórficas realistas sólo se muestra evidente cuando el robot o el avatar presentan rasgos anormales, dando a entender que una apariencia, en un robot u avatar cuya apariencia presente un grado de realismo elevado, es condición necesaria pero no suficiente para provocar una respuesta negativa en el interlocutor. Por otra parte, el desarrollo de robots antropomórficos tiene en cuenta las posibles implicaciones del fenómeno en lo relativo a la respuesta empática que puedan generar en el agente humano con el que interactúan (Hanson et al., 2005), incorporando el estudio de los elementos que sean susceptibles de provocar una respuesta negativa en la interacción entre personas y robots antropomórficos o avatares. MacDorman (2006) afirma que entran otros factores en la respuesta positiva o negativa de los individuos hacia robots o avatares antropomórficos, además de la propia apariencia humana, revelando también que no existe un solo valle inquietante en forma de U (tal como ilustraba la hipótesis de Mori en un principio), sino que el fenómeno se revela complejo y sometido a una suma de diferentes factores.





## 13. ANEXOS



## 13.1. Anexo 1: Formularios



# Cuestionario 1

Creativity / Technology Acceptance Model / Virtuality Continuum

Creatividad / Modelo de Aceptación de la Tecnología / Continuo de la Virtualidad





## Environment / Entorno

---

In this page you're going to tell where you're working (Lab and/or University) and a short description of activities that you carry out in your Lab

En esta página se le solicita relatar donde está trabajando y una breve descripción sobre las actividades que está llevando a cabo en el Lab/Universidad

Write here the name of the Lab/Medialab where you usually develop your activities (e.g. *Sreal, IceLab, Hackidemia, E2i, Escuelab, Retrolabs, ArsGames, Hackthulhu*)

Escriba aquí el nombre del Lab/Medialab donde realiza sus actividades (p. ej. *Hackthulhu, ArsGames, Icelab, Hackidemia, Sreal, E2i, Escuelab, Retrolabs*)

### Pregunta Abierta

Write here the name of the University you're working as teacher or researcher (e.g. *University of Central Florida, Universidad Complutense de Madrid, etc.*) -if you don't belong any University as Teacher or Researcher, please write "Not applicable"

Escriba aquí el nombre de la Universidad en la que trabaja como investigador o docente (p. ej. *University of Central Florida, Universidad Complutense de Madrid, etc.*). Si usted no trabaja en ninguna universidad como docente o investigador en el momento actual, por favor, indique "No procede".

### Pregunta Abierta

Write here 3 to 6 keywords of your activities (e.g. *programming, design, research, photography, art*)

Escriba aquí de 3 a 6 palabras clave relacionadas con sus actividades (p. ej. *programación, diseño, multimedia, investigación. fotografía*).

**A.** *Pregunta Abierta*

**B.** *Pregunta Abierta*

**C.** *Pregunta Abierta*

**D.** *Pregunta Abierta*

**E.** *Pregunta Abierta*

**F.** *Pregunta Abierta*

I use the following creativity techniques for develop projects in the Lab/Medialab/University (1-strongly disagree / 5 -strongly agree)

Utilizo las siguientes técnicas de creatividad para desarrollar proyectos en el Lab/Medialab/Universidad (1-completamente en desacuerdo / 5 - completamente de acuerdo)

Analogy  
Analogías

Bionics  
Biónica

Brainstorming  
Tormenta de ideas

---

Brainwriting

Business war games

Creative Problem Solving Process (CPS)  
Procesos de Resolución Creativo de Problemas

DO IT

Electronic Brainstorming  
Brainstorming Electrónico

Ideart

Imanchin: Think while walking  
Pensar mientras se pasea

List of attributes  
Listado de atributos

Mind map  
Mapas mentales

SCAMPER

SWOT analysis  
Análisis DAFO

Think outside the box

---

*1. Strongly Disagree*  
*Totalmente en desacuerdo*

---

---

2. Disagree  
En desacuerdo

3. Neither agree nor disagree  
No estoy de acuerdo ni en desacuerdo

4. Agree  
De acuerdo

5. Strongly agree  
Totalmente de acuerdo

---

## Relationship: Creativity-Activities-Technologies

### Relación: Creatividad-Actividades-Tecnologías

---

I use to contribute to the project with ideas

Suelo aportar constantemente ideas al proyecto

Usage and interaction with available technologies in Lab/Medialab/University contributes to develop creative ideas

El uso e interacción con las tecnologías de las que dispongo en el Lab/Medialab/Universidad contribuyen a desarrollar ideas creativas

I agree with the idea that digital technologies are essential nowadays to develop creative ideas

Pienso que el papel de las tecnologías digitales es indispensable para desarrollar ideas creativas

I think that contemporary technologies could help me develop any idea I could have (whenever I could help to learn the use)

Pienso que la tecnología actual me permitiría llevar a cabo cualquier idea que tuviera siempre que aprendiera la técnica

Interaction with another people helps me to develop innovative ideas.

La interacción con otras personas me ayuda a desarrollar ideas innovadoras

Interactions with 3D virtual environments helps me to develop ideas

La interacción con entornos virtuales 3D me ayuda a desarrollar ideas

Interactions with some kind of interactive game helps me to develop ideas

La interacción con ciertos tipos de juego interactivos me ayuda a desarrollar ideas

---

---

1. *Strongly Disagree*  
*Totalmente en desacuerdo*

2. *Disagree*  
*En desacuerdo*

3. *Neither agree nor disagree*  
*No estoy de acuerdo ni en desacuerdo*

4. *Agree*  
*De acuerdo*

5. *Strongly agree*  
*Totalmente de acuerdo*

---

Usage of Augmented Reality (Technology acceptance model)

Uso de Realidad Aumentada (Technology acceptance model)

---

The usage of Augmented Reality seems daily to me

Me resulta familiar el uso de la Realidad Aumentada (AR)

Augmented Reality becomes part of daily activities in Lab/Medialab/University

La Realidad Aumentada forma parte de las actividades cotidianas del Lab/Medialab/Universidad

I use Augmented Reality combined with another digital technologies

Uso la Realidad Aumentada en combinación con otras tecnologías

I think that Augmented Reality can be useful for developing activities in the Lab/Medialab/University

Pienso que la realidad aumentada puede ser una herramienta útil para el desempeño de mis actividades en el Lab/Medialab/Universidad.

I consider that Augmented Reality can help to improve my output my activities developed in the Lab/Medialab/University

Considero que la Realidad Aumentada (AR) puede ayudar a mejorar mi rendimiento en mis actividades en el Lab/Medialab/Universidad.

When I've used AR technologies, I've arrive to be easily used with tools

Cuando he utilizado tecnologías de realidad aumentada, me he familiarizado fácilmente con las herramientas

---



---

Interaction with augmented reality for my activities is perceived as easy and natural

La interacción con la realidad aumentada para el desarrollo de mi trabajo me resulta fácil y natural

---



---

1. Strongly Disagree  
Totalmente en desacuerdo

2. Disagree  
En desacuerdo

3. Neither agree nor disagree  
No estoy de acuerdo ni en desacuerdo

4. Agree  
De acuerdo

5. Strongly agree  
Totalmente de acuerdo

---



---

Which Augmented Reality tools and software have you commonly used?

¿Con qué herramientas de Realidad Aumentada has trabajado habitualmente?

Pregunta Abierta

---



---

Which Augmented Reality Technologies would you like to use in future projects?

¿Con qué tecnologías de realidad aumentada te gustaría trabajar en proyectos futuros?

---

---

*Pregunta Abierta*

## Usage of Virtual Reality (Technology acceptance model)

### Uso de Realidad Virtual (Technology acceptance model)

The usage of Virtual Reality seems daily to me

Tengo familiaridad con el uso de la Realidad Virtual (VR).

Virtual Reality becomes part of daily activities in Lab/Medialab/University

En el Lab/Medialab/Universidad trabajamos de manera habitual con entornos inmersivos de Realidad Virtual

We use Virtual Reality commonly in the Lab/Medialab/University/Activities

En el Lab/Medialab/Universidad trabajamos de manera habitual con herramientas inmersivas de realidad virtual.

Virtual Reality is a tool making easier activities I carry out in the Lab/Medialab/University

La Realidad Virtual es una herramienta que facilita mis actividades en el Lab/Medialab/Universidad

Virtual Reality is a tool making easier activities I carry out in the Lab/Medialab/University

La Realidad Virtual es una herramienta que facilita mis actividades en el Lab/Medialab/Universidad

I consider that the presence of Virtual Reality tools in the Lab/Medialab/University could improve my work performance

Pienso que si hubiera una mayor implementación de herramientas de realidad virtual en el lab mejoraría el desarrollo de mi trabajo

---

1. *Strongly Disagree*  
*Totalmente en desacuerdo*

2. *Disagree*  
*En desacuerdo*

3. *Neither agree nor disagree*  
*No estoy de acuerdo ni en desacuerdo*

4. *Agree*  
*De acuerdo*

5. *Strongly agree*  
*Totalmente de acuerdo*

---

Usage of Serious Games - Game Engines (Technology acceptance model)

Uso de Serious Games - Motores de Juegos (Technology acceptance model)

---

I consider that serious games contribute to improve the performance in my ictivities in Lab/Medialab/University

Considero que los serious games contribuyen a mejorar mis actividades en el Lab/Medialab/Universidad

We can develop activities interacting with electronic games

La creatividad se puede desarrollar interactuando con juegos interactivos

I interact easily with immersive 2D environments

Interactúo fácilmente con los entornos inmersivos en 2D

I interact easily with immersive 3D environments

Interactúo fácilmente con los entornos inmersivos en 3D

---

*1. Strongly Disagree*  
*Totalmente en desacuerdo*

*2. Disagree*  
*En desacuerdo*

*3. Neither agree nor disagree*  
*No estoy de acuerdo ni en desacuerdo*

*4. Agree*  
*De acuerdo*

---

---

*5. Strongly agree*  
*Totalmente de acuerdo*

---



# Cuestionario 2

Serious Games - Game Engine - Free Hardware

Serious Games – Motores de Juego – Hardware Libre





## Serious Games - Game Engine

### Serious Games - Motores de Juego

- 
1. Please enumerate some Game Engine Technologies used in your work in Lab/Medialab/University

Enumere por favor Tecnologías de Motores de Juegos con las que trabaja en el Lab/Medialab/Universidad

*Pregunta abierta*

- 
2. Please enumerate some 2D Development Engines used in your work in Lab/Medialab/University

Enumere por favor Tecnologías de Desarrollo en 2D con las que trabaja en el Lab/Medialab/Universidad

*Pregunta abierta*

- 
3. Please enumerate some 3D Development Engines used in your work in Lab/Medialab/University

Enumere por favor Tecnologías de Desarrollo en 3D con las que trabaja en el Lab/Medialab/Universidad

*Pregunta abierta*

- 
4. Please enumerate some Free Hardware or Open Source devices used in your work in Lab/Medialab/University

Enumere por favor Dispositivos de Hardware libre o Open Source con los que

---

---

hayas trabajado o trabajes habitualmente en el Lab/Medialab/Universidad

*Pregunta abierta*

---

5. Please enumerate some Software Development Kit (SDK) used in your work in Lab/Medialab/University

Enumere por favor Kits de Desarrollo de Software (SDK) con los que haya trabajado o trabaje habitualmente en el Lab/Medialab/Universidad

*Pregunta abierta*

---

## Technology Acceptance Model (TAM)

Perceived usefulness (PU) and Perceived ease-of-use (PEOU)

Percepción de utilidad (PU) y Percepción de Facilidad de Uso (PEOU)

---

When I use technology I perceive an improvement of my work performance

El uso de la tecnología percibo que mejora la calidad del trabajo que hago

I feel a better control of my job when I use technologies

Siento que con tecnologías tengo mayor control sobre mi trabajo

My work performance is faster when I use technologies

Desempeño las tareas más rápidamente con tecnologías

I feel that I can do with technologies many thing that would impossible in another way

---

Pienso que con la tecnología puedo hacer cosas que de otro modo no sería posible

1. *Strongly Disagree*  
Totalmente en desacuerdo

2. *Disagree*  
En desacuerdo

3. *Neither agree nor disagree*  
No estoy de acuerdo ni en desacuerdo

4. *Agree*  
De acuerdo

5. *Strongly agree*  
Totalmente de acuerdo

I feel easy to learn how to use the technological tools I use at this moment in Lab/Medialab/University

Me ha resultado fácil aprender las herramientas tecnológicas con las que trabajo en el Lab/Medialab/Universidad

Available technologies in the Lab/Medialab/University makes easier tasks

Las tecnologías de las que dispongo en el Lab/Medialab/Universidad me facilitan las tareas

I feel easy to remember processes when I interact with available technologies in Lab/Medialab/University

Me parece fácil recordar procesos de trabajo cuando interactúo con las tecnologías de las que dispongo en el Lab/Medialab/Universidad

It's generally easy to me to interact with available technologies in Lab/Medialab/University

A nivel general me resulta fácil interactuar con las tecnologías con las que trabajo en el Lab/Medialab/Universidad

---

*1. Strongly Disagree*  
*Totalmente en desacuerdo*

*2. Disagree*  
*En desacuerdo*

*3. Neither agree nor disagree*  
*No estoy de acuerdo ni en desacuerdo*

*4. Agree*  
*De acuerdo*

*5. Strongly agree*  
*Totalmente de acuerdo*

---

Lab/Medialab/University

Lab/Medialab/Universidad

In this page you're going to tell where you're working (Lab and/or University) and a short description of activities that you carry out in your Lab (Please answer the same question posted in the other test, in order to contrast)

En esta página se le solicita relatar donde está trabajando y una breve descripción sobre las actividades que está llevando a cabo en el Lab/Universidad (Responda por favor con la misma pregunta que en el otro test, con el fin de poder contrastar)

2. Write here the name of the Lab/Medialab where you usually develop your activities (e.g. *Sreal, Icelab, Hackidemia, E2i, Escuelab, Retrolabs, ArsGames, Hackthulhu*)

Escriba aquí el nombre del Lab donde realiza sus actividades (p. ej. *Hackthulhu, ArsGames, Icelab, Hackidemia, Sreal, E2i, Escuelab, Retrolabs*)

*Pregunta abierta*

3. Write here the name of the University you're working as teacher or researcher (e.g. *University of Central Florida, Universidad Complutense de Madrid, etc.*) -if you don't belong any University as Teacher or Researcher, please write "Not applicable"

4. Escriba aquí el nombre de la Universidad en la que trabaja como investigador o docente (p. ej. *University of Central Florida, Universidad Complutense de Madrid, etc.*). Si usted no trabaja en ninguna universidad como docente o investigador en el momento actual, por favor, indique "No procede".

*Pregunta abierta*



## 13.2. Anexo 2: Tablas de Resultados





# Cuestionario 1

Creativity / Technology Acceptance Model / Virtuality Continuum

Creatividad / Modelo de Aceptación de la Tecnología / Continuo de la Virtualidad



Tabla 13. Pregunta: Escriba aquí el nombre del Lab donde realiza sus actividades

## Creativity / Technology Acceptance Model / Virtuality Continuum

Pregunta. Write here the name of the Lab/Medialab where you usually develop your activities (e.g. *Sreal*, *IceLab*, *Hackidemia*, *E2i*, *Escuelab*, *Retrolabs*, *ArsGames*, *Hackctulhu*)

Escriba aquí el nombre del Lab donde realiza sus actividades (p. ej. *Hackctulhu*, *ArsGames*, *Icelab*, *Hackidemia*, *Sreal*, *E2i*, *Escuelab*, *Retrolabs*)

Answer Options

Response Count

	31
<i>answered question</i>	31
<i>skipped question</i>	1

Number	Response Date	Response Text	Categories
1	nov 4, 2014 7:55 AM	MEDIALAB USAL	
2	oct 31, 2014 10:35 PM	Computer Clubhouse FARO de Oriente	
3	oct 31, 2014 3:49 PM	Escuela de superior de ingeniería informática	
4	oct 23, 2014 9:08 PM	IRISE	
5	oct 21, 2014 1:40 PM	GMRV (Grupo de Modelado y Realidad Virtual)	
6	oct 21, 2014 9:00 AM	Kreative Baum	
7	oct 14, 2014 2:02 PM	GMRV (Grupo de Modelado y Realidad Virtual)	
8	oct 14, 2014 12:34 PM	GMRV (Grupo de Modelado y Realidad Virtual)	
9	oct 14, 2014 10:08 AM	GMRV (Grupo de Modelado y Realidad Virtual)	
10	oct 14, 2014 8:58 AM	GMRV	
11	oct 14, 2014 8:39 AM	Grupo de Modelado y Realidad Virtual (GMRV)	
12	oct 13, 2014 12:34 PM	Laboratory of Information Technologies in Education	
13	oct 12, 2014 12:48 PM	Espacio y Sistemas Interactivos para la Educación	
14	oct 5, 2014 10:32 AM	MICA (médiation, information, communication, arts)	

15	sep 25, 2014 4:24 PM	Laboratory of Information Technologies in Education
16	sep 25, 2014 8:19 AM	One Life Remains
17	sep 24, 2014 9:19 PM	Laboratory of Information Technologies in Education
18	sep 21, 2014 4:40 PM	Techné
19	sep 19, 2014 5:36 PM	CANOPE
20	sep 19, 2014 10:57 AM	Medialab Prado
21	sep 15, 2014 2:56 PM	Escuelab
22	sep 3, 2014 10:51 AM	UEM Transmedia Team
23	sep 3, 2014 9:53 AM	Laboratorio de universidad
24	sep 2, 2014 3:43 PM	Fotografía
25	ago 9, 2014 12:04 AM	GCAR - Grupo de Controle Automação e Robótica
26	jul 30, 2014 10:58 AM	Atlacaba - La Caba
27	jul 22, 2014 8:27 PM	GCAR - Group Control Automation and Robotics
28	jul 14, 2014 2:54 PM	ARSGAMES
29	jul 9, 2014 8:13 PM	ARSGAMES
30	jul 9, 2014 6:27 PM	Cultura digital y museografía hipermedia
31	jul 9, 2014 9:54 AM	ArsGames

Tabla 14. Pregunta: Escriba aquí el nombre de la Universidad en la que trabaja como investigador o docente

## Creativity / Technology Acceptance Model / Virtuality Continuum

Write here the name of the University you're working as teacher or researcher (e.g. *University of Central Florida*, *Universidad Complutense de Madrid*, etc.) -if you don't belong any University as Teacher or Researcher, please write "Not applicable"

Escriba aquí el nombre de la Universidad en la que trabaja como investigador o docente (p. ej. *University of Central Florida*, *Universidad Complutense de Madrid*, etc.). Si usted no trabaja en ninguna universidad como docente o investigador en el momento actual, por favor, indique "No procede".

Answer Options

Response Count

32

<i>answered question</i>		32	
<i>skipped question</i>		0	
Number	Response Date	Response Text	Categories
1	nov 4, 2014 7:55 AM	NO PROCEDE	
2	oct 31, 2014 10:35 PM	no procede	
3	oct 31, 2014 3:49 PM	Universidad Rey Juan Carlos	
4	oct 23, 2014 9:08 PM	EI.CESI	
5	oct 21, 2014 1:40 PM	Universidad Rey Juan Carlos	
6	oct 21, 2014 9:00 AM	Université de Poitiers	
7	oct 14, 2014 2:02 PM	Universidad Rey Juan Carlos	
8	oct 14, 2014 12:34 PM	Universidad Rey Juan Carlos	
9	oct 14, 2014 10:08 AM	Universidad Rey Juan Carlos	
10	oct 14, 2014 8:58 AM	URJC	
11	oct 14, 2014 8:39 AM	Universidad Rey Juan Carlos	
12	oct 13, 2014 12:34 PM	URJC	
13	oct 12, 2014 12:48 PM	Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Teconológico de la UNAM	
14	oct 5, 2014 10:32 AM	Université Bordeaux Montaigne (UBM)	
15	sep 25, 2014 4:24 PM	URJC	
16	sep 25, 2014 8:19 AM	Not	
17	sep 24, 2014 9:19 PM	URJC	
18	sep 21, 2014 4:40 PM	Université de Poitiers	
19	sep 19, 2014 5:36 PM	UNIVERSITÉ DE POITIERS	
20	sep 19, 2014 10:57 AM	Universidad Europea de Madrid	
21	sep 15, 2014 2:56 PM	No procede	
22	sep 3, 2014 11:06 AM	Universidad Europea de Madrid	
23	sep 3, 2014 10:51 AM	Universidad Europea de Madrid	
24	sep 3, 2014 9:53	Universidad Europea de Madrid	

		AM	
25	sep 2, 2014 3:43 PM	Universidad Europea de Madrid	
26	ago 9, 2014 12:04 AM	UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brazil.	
27	jul 30, 2014 10:58 AM	No procede	
28	jul 22, 2014 8:27 PM	UFRGS - Federal University of Rio Grande do Sul	
29	jul 14, 2014 2:54 PM	No procede	
30	jul 9, 2014 8:13 PM	no procede	
31	jul 9, 2014 6:27 PM	Complutense de Madrid	
32	jul 9, 2014 9:54 AM	Universidad Complutense de Madrid	

Tabla 15. Escriba aquí de 3 a 6 palabras clave relacionadas con sus actividades

### Creativity / Technology Acceptance Model / Virtuality Continuum

Write here 3 to 6 keywords of your activities (e.g. programming, design, research, photography, art)

Escriba aquí de 3 a 6 palabras clave relacionadas con sus actividades (p. ej. programación, diseño, multimedia, investigación. fotografía).

Answer Options	Response Percent	Response Count
A	100.0 %	32
B	100.0 %	32
C	96.9 %	31
D	75.0 %	24
E	56.3 %	18
F	43.8 %	14
	answered question	32
	skipped question	0

Write here 3 to 6 keywords of your activities (e.g. programming, design, research, photography, art)

Escriba aquí de 3 a 6 palabras clave relacionadas con sus actividades (p. ej. programación, diseño, multimedia, investigación. fotografía).

Respondents	A	Categories	B	Categories	C
1	CREATIVIDAD		COLABORACIÓN		INTERDISCIPLINAR
2	cómputo físico		diseño		media art
3	Investigación		Programación		Graficos 3D
4	Innovation		User-centered design		Creativity
5	Investigación		Simulación Física		Gráficos por Ordenador
6	Research		Personalized Learning		Mobile technologies

7	Investigación	Docencia	Música
8	research	writing	teaching
9	Programming	research	animation
10	Investigación	Diseño	Programación
11	Information visualization	Content-based retrieval	High performance computing
12	Enseñanza	investigación	
13	Educación	Programación	Multimedia
14	research	teaching	design
15	Investigación	Multimedia	Programación
16	curating	art	monitoring
17	Programming	Human Computer Interaction	User interfaces
18	Investigación	Tecnología	Educación
19	Researching	creation	innovation
20	Transmedia	Investigación	Diseño
21	Comunidad	apropiación	tic
22	Diseño	3D	Escenografía
23	ARG	TRANSMEDIA	MULTIMEDIA
24	Edición de vídeo	multimedia	arte
25	Arte	Fotografía	Análisis de la imagen
26	Programação	Controle	Automação
27	Programación	diseño	multimedia
28	Algorithms	Software Engineering	Embedded Systems
29	Educación	Investigación	Multimedia
30	Educación	Tecnología	Investigación
31	Investigación	Desarrollo	Creación
32	Diseño	multimedia	investigación

Respondent s	D	Categories	E	Categorie s	F	Categorie s
1	ARTE		TECNOLOGÍA		MULTIMEDIA	
2	Electrónica		programación		fabricación digital	
3						
4	Prospective methods					
5	Hápticos					
6	Programming		Motivation			
7						
8	Paperwork		reviewin g		meeting s	
9	graphics					
10	Multimedia					
11						
12						
13	Web		Administración		Investigación	
14	human machine interaction					
15						
16	community management		administrating			



17	ICT for disabilities	Video based learning	Mobile learning
18	Doctorante	Lecturas	Trabajo-de-campo
19	Brainstorming	devellopping	design
20	Programación		
21	Experimentación	floss	hackerspace
22	Creatividad	Virtual	
23	PRODUCCIÓN	DIRECCIÓN	INVESTIGACIÓN
24			
25	Construcción del universo narrativo	Significado de la imagen creada	
26	Robótica	Tecnología Asistiva	Algoritmos
27			
28	Systems Control	robotics	Assistive Technology
29			
30	Creatividad	Videojuegos	Pedagogías libres
31	Transmedia	Hipermedia	Realidad aumentada
32	Programación	arte digital	ux

Tabla 16. Pregunta. Escala de Likert. Utilizo las siguientes técnicas de creatividad para desarrollar proyectos en el Lab/Medialab/Universidad (1-completamente en desacuerdo / 5 - completamente de acuerdo).

## Creativity / Technology Acceptance Model / Virtuality Continuum

I use the following creativity techniques for develop projects in the Lab/Medialab/University (1-strongly disagree / 5 -strongly agree)

Utilizo las siguientes técnicas de creatividad para desarrollar proyectos en el Lab/Medialab/Universidad (1-completamente en desacuerdo / 5 - completamente de acuerdo)

Answer Options	Strongly Disagree / Totalmente en desacuerdo	Disagree / En desacuerdo	Neither agree nor disagree / No estoy de acuerdo ni en desacuerdo	Agree / De acuerdo	Strongly agree / Totalmente de acuerdo
Analogy / Analogías	4	1	2	13	9
Bionics / Biónica	10	6	8	4	1
Brainstorming / Tormenta de ideas	0	0	0	9	20
Brainwriting	5	0	5	13	6
Business war games	14	3	10	1	1
Creative Problem Solving Process (CPS) / Procesos de Resolución Creativo de Problemas	4	2	6	5	12
DO IT	5	1	9	7	7
Electronic Brainstorming/Brainwriting	4	2	5	14	4
Ideart	7	4	11	4	2
Imanchin: Think while	6	2	4	12	4

walking / Pensar mientras se pasea					
List of attributes / Listado de atributos	4	3	6	13	3
Mind map / Mapas mentales	1	2	5	12	9
SCAMPER	11	1	10	6	0
SWOT analysis / Análisis DAFO	4	4	11	6	4
Think outside the box	5	2	5	6	10

Answer Options	Rating Average	Response Count
Analogy / Analogías	3,76	29
Bionics / Biónica	2,31	29
Brainstorming / Tormenta de ideas	4,69	29
Brainwriting	3,52	29
Business war games	2,03	29
Creative Problem Solving Process (CPS) / Procesos de Resolución Creativo de Problemas	3,66	29
DO IT	3,34	29
Electronic Brainstorming/Brainwriting	3,41	29
Ideart	2,64	28
Imanchin: Think while walking / Pensar mientras se pasea	3,21	28
List of attributes / Listado de atributos	3,28	29
Mind map / Mapas mentales	3,9	29
SCAMPER	2,39	28
SWOT analysis / Análisis DAFO	3,07	29
Think outside the box	3,5	28
	<i>answered question</i>	30
	<i>skipped question</i>	2

Tabla 17. Secuencia de Preguntas: Relación Creatividad-Actividades-Tecnologías.

Creativity / Technology Acceptance Model / Virtuality Continuum					
Relationships Creativity-Activities-Technologies / Relación Creatividad-Actividades-Tecnologías					
Answer Options	Strongly Disagree / Totalmente en desacuerdo	Disagree / En desacuerdo	Neither agree nor disagree / No estoy de acuerdo ni en desacuerdo	Agree / De acuerdo	Strongly agree / Totalmente de acuerdo
I use to contribute to the project with ideas / Suelo aportar	0	0	2	16	12

constantemente ideas al proyecto					
Usage and interaction with available technologies in Lab/Medialab/University contributes to develop creative ideas / El uso e interacción con las tecnologías de las que dispongo en el Lab/Medialab/Universidad contribuyen a desarrollar ideas creativas	0	2	7	9	12
I agree with the idea that digital technologies are essential nowadays to develop creative ideas / Pienso que el papel de las tecnologías digitales es indispensable para desarrollar ideas creativas	1	4	3	9	13
I think that contemporary technologies could help me develop any idea i could have (whenever i could help to learn the use) / Pienso que la tecnología actual me permitiría llevar a cabo cualquier idea que tuviera siempre que aprendiera la técnica	0	6	0	8	15
Interaction with another people helps me to develop innovative ideas / La interacción con otras personas me ayuda a desarrollar ideas innovadoras	0	1	0	3	26
Interactions with 3D virtual environments helps me to develop ideas / La interacción con entornos virtuales 3D me ayuda a desarrollar ideas	2	3	4	15	6
Interactions with some kind of interactive game helps me to develop ideas / La interacción con algún tipo de juego interactivo me ayuda a desarrollar ideas	1	0	12	7	10

Answer Options	Rating Average	Response Count
I use to contribute to the project with ideas / Suelo aportar constantemente ideas al proyecto	4,33	30
Usage and interaction with technologies	4,03	30

available in Lab/Medialab/University contributes to develop creative ideas / El uso e interacción con las tecnologías de las que dispongo en el Lab/Medialab/Universidad contribuyen a desarrollar ideas creativas		
I agree with the idea that digital technologies are essential nowadays to develop creative ideas / Pienso que el papel de las tecnologías digitales es indispensable para desarrollar ideas creativas	3,97	30
I think that contemporary technologies could help me develop any idea i could have (whenever i could help to learn the use) / Pienso que la tecnología actual me permitiría llevar a cabo cualquier idea que tuviera siempre que aprendiera la técnica	4,1	29
Interaction with another people helps me to develop innovative ideas / La interacción con otras personas me ayuda a desarrollar ideas innovadoras	4,8	30
Interactions with 3D virtual environments helps me to develop ideas / La interacción con entornos virtuales 3D me ayuda a desarrollar ideas	3,67	30
Interactions with some kind of interactive game helps me to develop ideas / La interacción con algún tipo de juego interactivo me ayuda a desarrollar ideas	3,83	30
	answered question	30
	skipped question	2

Tabla 18. Modelos de aceptación de tecnología y creatividad: Uso de realidad aumentada.

Creativity / Technology Acceptance Model / Virtuality Continuum					
Usage of Augmented Reality (Technology acceptance model) / Uso de Realidad Aumentada (Technology acceptance model) 1- Strongly Disagree / Totalmente en desacuerdo / Strongly agree / Totalmente de acuerdo					
Answer Options	Strongly Disagree / Totalmente en desacuerdo	Disagree / En desacuerdo	Neither agree nor disagree / No estoy de acuerdo ni en desacuerdo	Agree / De acuerdo	Strongly agree / Totalmente de acuerdo
The usage of Augmented Reality seems daily to me / Me resulta familiar el uso de la Realidad Aumentada (AR)	4	3	3	14	5
Augmented Reality becomes part of daily activities in Lab/Medialab/University / La Realidad Aumentada forma parte de las actividades cotidianas del Lab/Medialab/Universidad	4	9	6	8	1
I use Augmented Reality combined with another digital technologies / Uso la Realidad Aumentada en combinación con otras tecnologías	3	4	7	11	4
I think that Augmented Reality can be useful for developing activities in the Lab/Medialab/University / Pienso que la realidad aumentada puede ser una herramienta útil para el desempeño de mis actividades en el Lab/Medialab/Universidad.	1	1	8	10	9
I consider that Augmented Reality can help to improve my output my activities developed in the Lab/Medialab/University / Considero que la Realidad Aumentada (AR) puede ayudar a mejorar mi rendimiento en mis actividades en el Lab/Medialab/Universidad.	1	3	10	9	6
When I've used AR technologies, I've arrive to be easily used with tools / Cuando he utilizado tecnologías de realidad aumentada, me he	0	2	8	18	1

familiarizado fácilmente con las herramientas

Interaction with augmented reality for my activities is perceived as easy and natural / La interacción con la realidad aumentada para el desarrollo de mi trabajo me resulta fácil y natural	1	4	9	15	0
--	---	---	---	----	---

Answer Options	Rating Average	Response Count
The usage of Augmented Reality seems daily to me / Me resulta familiar el uso de la Realidad Aumentada (AR)	3,45	29
Augmented Reality becomes part of daily activities in Lab/Medialab/University / La Realidad Aumentada forma parte de las actividades cotidianas del Lab/Medialab/Universidad	2,75	28
I use Augmented Reality combined with another digital technologies / Uso la Realidad Aumentada en combinación con otras tecnologías	3,31	29
I think that Augmented Reality can be useful for developing activities in the Lab/Medialab/University / Pienso que la realidad aumentada puede ser una herramienta útil para el desempeño de mis actividades en el Lab/Medialab/Universidad.	3,86	29
I consider that Augmented Reality can help to improve my output my activities developed in the Lab/Medialab/University / Considero que la Realidad Aumentada (AR) puede ayudar a mejorar mi rendimiento en mis actividades en el Lab/Medialab/Universidad.	3,55	29
When I've used AR technologies, I've arrive to be easily used with tools / Cuando	3,62	29

he utilizado tecnologías de realidad aumentada, me he familiarizado fácilmente con las herramientas		
Interaction with augmented reality for my activities is perceived as easy and natural / La interacción con la realidad aumentada para el desarrollo de mi trabajo me resulta fácil y natural	3,31	29
	answered question	29
	skipped question	3

Tabla 19. Pregunta abierta. ¿Con qué herramientas de Realidad Aumentada has trabajado habitualmente?

### Creativity / Technology Acceptance Model / Virtuality Continuum

Which Augmented Reality tools and software have you commonly used?

¿Con qué herramientas de Realidad Aumentada has trabajado habitualmente?

Answer Options	Response Count
	23
answered question	23
skipped question	9

Respondents	Response Text	Categories
1	KINECT	
2	ARToolKit	
3	tangible and tabletop systems	
4	Herramientas desarrolladas en el grupo	
5	Kinect	
6	Realizamos investigación con técnicas propias, aunque usamos poco la realidad aumentada	
7	N/A	
8	ARToolkit, Qualcomm	
9	Aumentaty,	
10	None commonly	
11	JavaCV	
12	Trabajé hace varios años e indirectamente, no aplica.	
13	museum apps	
14	No he trabajado	
15	AR apps on android phone - for map browsing around the the space	
16	Aurasma	



17	Móviles, fotografía 360°,
18	mixare, GRATF
19	Lookar
20	3d (impresión y modelado)
21	realidad aumentada a través del sonido (en Audiogames <a href="http://www.audiogames.arsgames.net/">http://www.audiogames.arsgames.net/</a> ) y las propias de videojuegos como invizimals, e-toy, etc. también estuve involucrada en el proyecto Adoneo de juegos de mesa con realidad aumentada
22	ArToolkit, pero yo no soy quien programo
23	Aurasma, AR Spot

Tabla 20. Pregunta abierta: ¿Con qué tecnologías de realidad aumentada te gustaría trabajar en proyectos futuros?

### Creativity / Technology Acceptance Model / Virtuality Continuum

Which Augmented Reality Technologies would you like to use in future projects?

¿Con qué tecnologías de realidad aumentada te gustaría trabajar en proyectos futuros?

Answer Options	Response Count
answered question	23
skipped question	9

Respondents	Response Text	Categories
1	ATOMIC Authoring Tool	
2	Oculus Rift	
3	Kinect	
4	google glass	
5	No lo sé	
6	I'm looking for new tools	
7	Not planning to use any	
8	Desarrollo de cursos colaborativos entre profesores, Desarrollo de proyectos de tecnología educativa	
9	data visualisation	
10	Aurasmas, Metaio	
11	Google Glasses	
12	I am not sure...	
13	códigos QR y arduinos	
14	con varias obciones	
15	AR apps on android phone - for map browsing around the space	
16	Con ell que mejor se adapte a mis necesidades	
17	3D	
18	DroidAR, GeoAR	
19	GIS2R	
20	3D y Videojuegos que usen esta tecnología	
21	Me gustaría seguir explorando y mejorando el sistema de realidad	

	aumentada a través del sonido del proyecto Audiogames
<b>22</b>	Los desarrollos los hacen los ingenieros de sistemas del grupo
<b>23</b>	Mixare, ATOMIC Authoring Tool, ARToolKit, GRATF

Tabla 21. Secuencia de preguntas Modelos de aceptación de tecnología. Uso de realidad virtual.

### Creativity / Technology Acceptance Model / Virtuality Continuum

Usage of Virtual Reality (Technology acceptance model) / Uso de Realidad Virtual (Technology acceptance model) 1- Strongly Disagree / Totalmente en desacuerdo / Strongly agree / Totalmente de acuerdo

Answer Options	Strongly Disagree / Totalmente en desacuerdo	Disagree / En desacuerdo	Neither agree nor disagree / No estoy de acuerdo ni en desacuerdo	Agree / De acuerdo	Strongly agree / Totalmente de acuerdo
The usage of Virtual Reality seems daily to me / Tengo familiaridad con el uso de la Realidad Virtual (VR).	2	6	2	14	5
Virtual Reality becomes part of daily activities in Lab/Medialab/University / En el Lab/Medialab/Universidad trabajamos de manera habitual con entornos inmersivos de Realidad Virtual	3	6	10	8	2
We use Virtual Reality commonly in the Lab/Medialab/University/Activities / En el Lab/Medialab/Universidad trabajamos de manera habitual con herramientas inmersivas de realidad virtual.	3	10	9	4	3
Virtual Reality is a tool making easier activities I carry out in the Lab/Medialab/University / La Realidad Virtual es una herramienta que facilita mis actividades en el Lab/Medialab/Universidad .	1	5	11	9	3
I consider that the presence of Virtual Reality tools in the Lab/Medialab/University could improve my work performance / Pienso que si hubiera una mayor implementación de herramientas de	2	4	5	11	7

realidad virtual en el Lab mejoraría  
el desarrollo de mi trabajo

Answer Options	Rating Average	Response Count
The usage of Virtual Reality seems daily to me / Tengo familiaridad con el uso de la Realidad Virtual (VR).	3,48	29
Virtual Reality becomes part of daily activities in Lab/Medialab/University / En el Lab/Medialab/Universidad trabajamos de manera habitual con entornos inmersivos de Realidad Virtual	3	29
We use Virtual Reality commonly in the Lab/Medialab/University/Activities / En el Lab/Medialab/Universidad trabajamos de manera habitual con herramientas inmersivas de realidad virtual.	2,79	29
Virtual Reality is a tool making easier activities I carry out in the Lab/Medialab/University / La Realidad Virtual es una herramienta que facilita mis actividades en el Lab/Medialab/Universidad .	3,28	29
I consider that the presence of Virtual Reality tools in the Lab/Medialab/University could improve my work performance /Pienso que si hubiera una mayor implementación de herramientas de realidad virtual en el Lab mejoraría el desarrollo de mi trabajo	3,59	29
	answered question	29
	skipped question	3

Tabla 22. Secuencia de preguntas. Modelos de aceptación de la tecnología. Uso de serious games.

Creativity / Technology Acceptance Model / Virtuality Continuum					
Usage of Serious Games - Game Engines (Technology acceptance model) / Uso de Serious Games - Motores de Juegos (Technology acceptance model) 1- Strongly Disagree / Totalmente en desacuerdo / Strongly agree / Totalmente de acuerdo					
Answer Options	Strongly Disagree / Totalmente en desacuerdo	Disagree / En desacuerdo	Neither agree nor disagree / No estoy de acuerdo ni en desacuerdo	Agree / De acuerdo	Strongly agree / Totalmente de acuerdo
I consider that serious games contribute to improve the performance in my ictivities in Lab/Medialab/University / Considero que los serious games contribuyen a mejorar mis actividades en el Lab/Medialab/Universidad	1	1	7	15	5
We can develop activities interacting with electronic games / La creatividad se puede desarrollar interactuando con juegos interactivos	0	0	3	13	13
I interact easily with immersive 2D environments / Interactúo fácilmente con los entornos inmersivos en 2D	0	1	5	13	10
I interact easily with immersive 3D environments / Interactúo fácilmente con los entornos inmersivos en 3D	0	3	4	12	10

Answer Options	Rating Average	Response Count
I consider that serious games contribute to improve the performance in my activities in Lab/Medialab/University	3,76	29

/ Considero que los serious games contribuyen a mejorar mis actividades en el Lab/Medialab/Universidad		
We can develop activities interacting with electronic games / La creatividad se puede desarrollar interactuando con juegos interactivos	4,34	29
I interact easily with immersive 2D environments / Interactúo fácilmente con los entornos inmersivos en 2D	4,1	29
I interact easily with immersive 3D environments / Interactúo fácilmente con los entornos inmersivos en 3D	4	29
	answered question	29
	skipped question	3

# Cuestionario 2

Serious Games - Game Engine - Free Hardware

Serious Games – Motores de Juego – Hardware Libre



Tabla 23. Pregunta abierta: Enumere por favor Tecnologías de Motores de Juegos con las que trabaja en el Lab/Medialab/Universidad.

Please enumerate some Game Engine Technologies used in your work in Lab/Medialab/University

Enumere por favor Tecnologías de Motores de Juegos con las que trabaja en el Lab/Medialab/Universidad

Respondents	Response Text	Categories
1	NINGUNA	
2	Rebeca a través del espejo, Unity	
3	?	
4	Blender Game Engine	
5	ImpactJS, Unity, Corona	
6	Unity	
7	Unity	
8	XNA, ¡Monkey, Unity	
9	Nd	
10	Scratch	
11	Ninguno	
12	wii, play station 3	
13	No procede	
14	Naum, Shredder 12	
15	Stockfish, Rybka	
16	Java, UDK, Unity, Scratch	
17	Scratch, Blender, RPG Maker, desarrollo de juegos dentro del juego en minecraft.	
18	Unity	
19	Construct2, Corona SDK, Kodu Game Lab, Scratch, Unity	

### Serious Games - Game Engine - Free Hardware

Please enumerate some Game Engine Technologies used in your work in Lab/Medialab/University

Enumere por favor Tecnologías de Motores de Juegos con las que trabaja en el Lab/Medialab/Universidad

Answer Options	Response Count
	19
answered question	19
skipped question	0



Tabla 24. Pregunta abierta: Enumere por favor Tecnologías de Desarrollo en 2D con las que trabaja en el Lab/Medialab/Universidad.

Please enumerate some 2D Development Engines used in your work in Lab/Medialab/University

Enumere por favor Tecnologías de Desarrollo en 2D con las que trabaja en el Lab/Medialab/Universidad

Respondents	Response Text	Categories
1	NINGUNA	
2	openGL	
3	?	
4	Visual Studio: tecnología desarrollada en el grupo	
5	ImpactJS, Unity, Corona	
6	Unity	
7	Qt GraphicsView framework	
8	XNA, Adobe Flash Professional	
9	Unity	
10	-	
11	Ninguno	
12	no se	
13	Fotografía, cine, animación	
14	Cocos2D, Marmalade	
15	Cocos2D, Marmalade	
16	No procede	
17	Scratch, RPG Maker	
18	depende del proyecto, hay dos personas expertas	
19	Construct2, Corona SDK, Scratch, Unity 2D	

### Serious Games - Game Engine - Free Hardware

Please enumerate some 2D Development Engines used in your work in Lab/Medialab/University

Enumere por favor Tecnologías de Desarrollo en 2D con las que trabaja en el Lab/Medialab/Universidad

Answer Options	Response Count
	19
answered question	19
skipped question	0

Tabla 25. Pregunta abierta. Enumere por favor Tecnologías de Desarrollo en 3D con las que trabaja en el Lab/Medialab/Universidad

Please enumerate some 3D Development Engines used in your work in

Lab/Medialab/University

Enumere por favor Tecnologías de Desarrollo en 3D con las que trabaja en el Lab/Medialab/Universidad

Respondents	Response Text	Categories
1	NINGUNA	
2	OpenGL	
3	catia, solidworks	
4	Visual Studio: tecnología desarrollada en el grupo	
5	Unity	
6	Blender, 3D Max	
7	OpenSceneGraph	
8	Unity 3D (En prueba)	
9	Nd	
10	-	
11	Ninguno	
12	no se	
13	No procede	
14	Unity3D	
15	Unity3D	
16	No procede	
17	Blender, Minecraft.	
18	Según necesitamos, aunque habitualmente utilizamos Maya	
19	Blender, Unity, Kodu Game Lab	

## Serious Games - Game Engine - Free Hardware

Please enumerate some 3D Development Engines used in your work in Lab/Medialab/University

Enumere por favor Tecnologías de Desarrollo en 3D con las que trabaja en el Lab/Medialab/Universidad

Answer Options	Response Count
	19
answered question	19
skipped question	0

Tabla 26. Pregunta abierta. Enumere por favor Kits de Desarrollo de Software (SDK) con los que haya trabajado o trabaje habitualmente en el Lab/Medialab/Universidad

Please enumerate some Software Development Kit (SDK) used in your work in Lab/Medialab/University

Enumere por favor Kits de Desarrollo de Software (SDK) con los que haya trabajado o trabaje habitualmente en el Lab/Medialab/Universidad

Respondents	Response Text
1	NINGUNO
2	ITK, VTK
3	?
4	SDK para el Phantom Omni
5	Eclipse, ImpactJS, Corona
6	Visual Studio
7	The ones in question 1,2 and 3
8	Microsoft .NET Framework, Android SDK, Eclipse, NetBeans
9	Andriod
10	Scratch
11	ninguno
12	ninguno
13	Photoshop, indesign, Lightroom,
14	Android SDK
15	Android SDK
16	No procede
17	SDK de Play Station (una ve durante el primer PlayLab)
18	Mi papel se centra en los contenidos
19	Cornoa SDK, Eclipse, ApplInventor

### Serious Games - Game Engine - Free Hardware

Please enumerate some Software Development Kit (SDK) used in your work in Lab/Medialab/University

Enumere por favor Kits de Desarrollo de Software (SDK) con los que haya trabajado o trabaje habitualmente en el Lab/Medialab/Universidad

Answer Options	Response Count
	19
answered question	19
skipped question	0

Tabla 27. Percepción de utilidad de la tecnología. Modelos de aceptación de tecnología. Desempeño, calidad del trabajo, y percepción de control de las actividades.

### Serious Games - Game Engine - Free Hardware

Perceived usefulness (PU) - Percepción de utilidad (PU)

Answer Options	Totalmente en desacuerdo / Strongly disagree	En desacuerdo / Disagree	No estoy de acuerdo ni en desacuerdo / Neither agree nor disagree	De acuerdo / Agree	Totalmente en de acuerdo / Strongly agree
When I use technology I perceive an improvement of my work performance / El uso de la tecnología percibo que mejora la calidad del trabajo que hago	0	0	0	8	11
I feel a better control of my job when I use technologies / Siento que con tecnologías tengo mayor control sobre mi trabajo	0	1	0	10	8
My work performance is faster when I use technologies / Desempeño las tareas más rápidamente con tecnologías	0	0	1	7	11
I feel that I can do with technologies many thing that would impossible in another way / Pienso que con la tecnología puedo hacer cosas que de otro modo no sería posible	0	0	0	5	14

Answer Options	Rating Average	Response Count
When I use technology I perceive an improvement of my work performance / El uso de la tecnología percibo que mejora la calidad del trabajo que hago	4,58	19
I feel a better control of my job when I use technologies / Siento que con tecnologías tengo mayor control sobre mi trabajo	4,32	19
My work performance is faster when I use technologies / Desempeño las tareas más rápidamente con	4,53	19

tecnologías		
I feel that I can do with technologies many thing that would impossible in another way / Pienso que con la tecnología puedo hacer cosas que de otro modo no sería posible	4,74	19
	answered question	19
	skipped question	0

Tabla 28. Percepción de facilidad de uso de la tecnología. Modelos de aceptación de tecnología. Interacción e interiorización de procesos.

Serious Games - Game Engine - Free Hardware					
Perceived ease-of-use (PEOU)					
Answer Options	Totalment e en desacuerd o / Strongly disagree	En desacuerd o / Disagree	No estoy de acuerdo ni en desacuerd o / Neither agree nor disagree	De acuerd o / Agree	Totalment e de acuerdo / Strongly agree
I feel easy learn how to use the technological tools I use at this moment in Lab/Medialab/University / Me ha resultado fácil aprender las herramientas tecnológicas con las que trabajo en el Lab/Medialab/Universidad	0	1	2	10	6
Available technologies in the Lab/Medialab/University makes easier tasks / Las tecnologías de las que dispongo en el Lab/Medialab/Universidad me facilitan las tareas	0	0	2	10	7
I feel easy to remember processes when I interact with available technologies in Lab/Medialab/University / Me parece fácil recordar procesos de trabajo cuando interactúo con las tecnologías de las que dispongo en el Lab/Medialab/Universidad	0	1	2	10	6
It's generally easy to me to interact with available technologies in Lab/Medialab/University / A nivel general me resulta fácil interactuar con las tecnologías con las que trabajo en el Lab/Medialab/Universidad	0	1	2	7	8

Answer Options	Rating Average	Response Count
I feel easy learn how to use the technological tools I use at this moment in Lab/Medialab/University / Me ha resultado fácil aprender las herramientas tecnológicas con las que trabajo en el Lab/Medialab/Universidad	4,11	19
Available technologies in the Lab/Medialab/University makes easier tasks / Las tecnologías de las que dispongo en el Lab/Medialab/Universidad me facilitan las tareas	4,26	19
I feel easy to remember processes when I interact with available technologies in Lab/Medialab/University / Me parece fácil recordar procesos de trabajo cuando interactúo con las tecnologías de las que dispongo en el Lab/Medialab/Universidad	4,11	19
It's generally easy to me to interact with available technologies in Lab/Medialab/University / A nivel general me resulta fácil interactuar con las tecnologías con las que trabajo en el Lab/Medialab/Universidad	4,22	18
	answered question	19
	skipped question	0

## 14. ÍNDICES





## 14.1. Índice de Figuras

Figura 1. Esquema conceptual de la investigación, donde se pone de relieve la relación entre el Marco Teórico y el Estado de la Cuestión, por un lado, el Objeto de Estudio, los Objetivos y las Hipótesis, por otro, y las técnicas y procedimientos asociados a la problemática.....	103
Figura 2. Esquema conceptual que hace referencia a las fases de investigación, en donde se pone en relieve la relación de las problemáticas planteadas con la metodología. ....	103
Figura 3. Representación en diagrama de flujos de una aproximación al proceso de elaboración de teorías a partir de recolección y análisis de datos (Teoría Fundamentada o Grounded Theory). ....	106
Figura 4. Estructuración de las fases de un estudio a partir de la teoría fundamentada, que parte de la recolección de datos, de manera que la teoría se constituye como emergente, a medida que los datos van siendo tratados y estructurados.....	108
Figura 5. Diagrama que muestra las componentes de la visión ecológica de la innovación, utilizado por Trinidad Requena et al. (2006) como modelo para la construcción de los fundamentos teóricos a partir de los aspectos de la teoría fundamentada.....	109
Figura 6 . Diagrama de clases basado en el Lenguaje Unificado de Modelado usado para esquematizar la estructura conceptual del IMS Learning Design. ....	118
Figura 7. Representación ontológica del IMS Learning Design realizada por Paquette y Leonard con la herramienta MOTPlus, que utiliza la propia metáfora del teatro descrita en el IMS LD para definir componentes como los roles, las actividades o el propio escenario.....	119
Figura 8. Esquematización simplificada que representa los conceptos que sustentan el modelo de aceptación de la tecnología (Venkatesh et al., 2003).....	126
Figura 9. Estructura de la teoría de la acción razonada (TRA), que muestra los dos factores, la <i>actitud</i> , y la <i>norma subjetiva</i> , como fenómenos que convergen en lo que se denomina intención comportamental, derivando finalmente en los componentes asociados a la propia práctica. ....	134

Figura 10. Representación esquemática de los procesos de investigación científica aplicada al diagnóstico y la realidad educativos (Martínez González 2007: 18).....	141
Figura 11. Gráfico representando los procesos circulares de la investigación-acción (Pérez Serrano, G., 1990, en Martínez-González, 2007, p. 35).....	144
Figura 12. Gráfico diseñado por Kennedy (2008) que representa la estructura de <i>La rosa de Bloom</i> , donde se organiza la categorización de los objetivos que corresponden a las diferentes dimensiones de influencia.....	146
Figura 13. Teresa Amabile apunta a tres elementos que componen la creatividad: La destreza que tenga un individuo en un campo concreto, la capacidad de obtención de ideas y la motivación que el individuo tenga por la realización de una actividad determinada. ....	153
Figura 14. Esquema que ilustra los grados de representación retórica dentro de la Teoría del Actor-Red (Action Network Theory), en la que se observan a los humanos-usuarios, los objetos y los discursos como mecanismos y/o acciones. ....	167
Figura 15. Ilustración del primer mapa de internet realizado en el año 2003 por <i>The Opte Project</i> con el motor de gráficos LGL.....	170
Figura 16. Ilustración del dibujante Arthur Radebaugh aparecida en la edición de <i>Closer Than We Think</i> del 5 de Mayo de 1958.....	179
Figura 17. <i>Everyday the Same Dream</i> , videojuego desarrollado por el estudio underground <i>Molleindustria</i> .....	183
Figura 18. Silueta del teórico canadiense Marshall McLuhan, autor de referencia en el estudio de la influencia de la comunicación y la <i>teoría de medios</i> , siendo el autor que acuñó el término de <i>aldea global</i> , y que realizó una serie de aportaciones significativas a la manera en que sería concebida posteriormente la <i>sociedad de la información</i> ..	195
Figura 19. Pirámide de la gestión del conocimiento, en la que se observa, 1) Los datos en estado puro, en la base, haciendo referencia a los hechos y figuras que hacen referencia a algo específico, pero que no encuentran ningún tipo de estructura organizativa 2) Información, en la parte media de la pirámide, que corresponde a los datos condensados, calculados, contextualizados y categorizados, y 3) El conocimiento, que hace referencia al cómo saber hacer, la comprensión, la experiencia, la intuición, en insight, y la información puesta dentro de su contexto.....	204

Figura 20. Conferencia en TED de David Mc Candless (2010) *La Belleza de la Visualización de Datos*, donde se exponen varios fenómenos relativos a la relación del individuo con los flujos de información, y el reto que supone la gestión y el abordaje de los procesos de comunicación de tal flujo de información en el contexto presente. ... 212

Figura 21. Proyecto *Eyewriter*, que a través de una interacción entre arte y tecnología, permite a pacientes con movilidad limitada, especialmente aquellos con esclerosis lateral amiotrófica (ALS), realizar dibujos interactivos a partir del movimiento ocular. 234

Figura 22. Proyectos de The Arts Metaverse, desarrollados por la Universidad de British Columbia ..... 239

Figura 23. Uso de lo visual como conjunto de Intersecciones de Aprendizaje de Herramientas de Investigación Fuente: Grushka y Donnelly (2010) ..... 251

Figura 24. *Electronic Superhighway: Continental U.S., Alaska, Hawaii*, instalación de Nam June Paik (1995) en el Smithsonian American Art Museum. .... 259

Figura 25. Instalación lúdico-interactiva, basada en sonido cuadrafónico y realidad aumentada, de Audiogames, desarrollada por Arsgames..... 264

Figura 26. Proyecto ArtDeCom, *Theory and Practice of Integrating Education and Training in Arts and Computer Science*, (Kritzenberger et al., 2002)..... 267

Figura 27. *Blended Reality Demonstration*. Proyecto de demostración de realidad combinada que incorpora diferentes aspectos técnicos y relacionados con la realidad virtual y mixta, incidiendo en las posibilidades del uso del espacio..... 269

Figura 28. Pirámide de Freytag (1863, en Meyer, 1995) que describe la estructura narrativa genérica de un guión, que tiene su origen en la Poética de Aristóteles, y que es citada por Meyer (1995, p. 224) para describir las similitudes de la narrativa con la realidad virtual..... 281

Figura 29. Ejemplos de tipos de Interacción producidos entre *dominios físicos* y *dominios virtuales*. Fuente: Meyer (1995). Nota: El PAS (Performance Animation System) es una armadura facial usada en los años 90 para controlar las expresiones faciales en personajes generados por computadora. .... 282

Figura 30. Temas identificados en una revisión de la literatura referente a l temática del espacio virtual (Correia et al. 2012, p. 5). Arriba, número de publicaciones por país (ibidem)..... 287

Figura 31. Creaciones experimentales en el espacio virtual. Obra: <i>Sonic Textures in my Mind</i> . Jose Luis Rubio Tamayo 2007. ....	289
Figura 32. Virtuality Continuum / Continuo de la Virtualidad (Milgram y Kishino, 1994). ....	302
Figura 33. Gráfico representado lo que Panourgias et al. (2013) ilustran como <i>creatividad distribuida</i> : Conceptualización de una perspectiva <i>socio-material</i> en el desarrollo de juegos electrónicos (y aplicable, en términos generales, a las herramientas digitales interactivas que se encuentran en relación con la educación). ....	305
Figura 34. Ejemplo de experiencia con avatares en espacios de realidad virtual 3D. Secuencia de un proyecto de vídeo experimental con entornos virtuales 3D y avatares, donde confluyen el diseño, la interacción, la narrativa y la construcción identitaria. Fuente: <i>Sonic Textures in my Mind</i> . Autor: Jose Luis Rubio-Tamayo. 2008. ....	308
Figura 35. Las tres dimensiones relacionadas con la percepción del usuario y el uso de la identidad virtual. ....	310
Figura 36. Modelo de aceptación de la tecnología. <i>Technology Acceptance Model</i> (TAM). Davis (1989, en Chang y Liu, 2013, p. 21). Elaboración propia a partir de fuentes externas. ....	313
Figura 37. Esquema de anotaciones de <i>Machina Speculatrix</i> . Modelo Elsie. ....	324
Figura 38. Jasmine. Proyecto de robótica de enjambres. ....	330
Figura 39. Prótesis robóticas de <i>OpenBionics</i> . ....	332
Figura 40. Composición de las disciplinas que conforman la mecatrónica. ....	335
Figura 41. Arquitectura del sistema de integración de las diferentes capas del modelo Edubot V-2, desarrollado en el contexto de los estudios de ingeniería de control de la Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Porto Alegre, Brasil) ....	340
Figura 42. Experiencia de robótica y creatividad en la Universidade Federal do Rio Grande do Sul. ....	342
Figura 43. Experiencia de interaction design por parte de Multitouch Barcelona. ....	351

- Figura 44. Estilos de HCI entre el mundo real y el mundo virtual: interfaz gráfica de usuario (GUI), realidad virtual, computación ubicua e interacción aumentada..... 353
- Figura 45. Esquema visual que ilustra las *10 reglas heurísticas de usabilidad* para el desarrollo, concepción, y diseño de sistemas interactivos en espacios virtuales. .... 357
- Figura 46. Conjunto de gráficos de Google Trends que muestran las tendencias de búsqueda, en los últimos años, de los términos relacionados con la realidad virtual y aumentada. .... 365
- Figura 47. Representación gráfica de la evolución de los dispositivos potenciales de acceso e interacción con la realidad aumentada. .... 369
- Figura 48. Lectura en tiempo real de un letrero con la aplicación de realidad aumentada Word Lens..... 370
- Figura 49. Proyecto de intervención en el espacio público que fusiona creación artística y realidad aumentada. Las obras fueron presentadas dentro del contexto del festival PUBLIC en abril de 2014 en Perth (Australia)..... 372
- Figura 50. Aplicación móvil de realidad aumentada, AR Art, que permite visualizar animaciones creadas por artistas multimedia, de obras de arte clásicas, como es el caso de la *Joven de la Perla* de Veermer (1665). .... 374
- Figura 51. Captura de pantalla del entorno virtual colaborativo *Virtalis*, enfocado en el desarrollo y testeo de productos del software de realidad virtual. .... 384
- Figura 52. Playlab Gandía: Experiencias interdisciplinares en el ámbito de la artes y los nuevos medios digitales..... 390
- Figura 53. Diagrama de la estructura organizativa de la empresa Valve Corporation, fundada por Gabe Newell en 1996..... 392
- Figura 54. En estos gráficos se visualiza el ratio de respuestas y las palabras o términos clave con que los perfiles consultados respondieron en la primera opción, a la pregunta *escriba una serie de palabras clave relacionadas con las actividades que desarrolla*, lo que permite definir el perfil de los agentes consultados en el proceso de investigación. .... 399
- Figura 55. Ratio de respuestas de la segunda opción. Tal como se observa, aparecen conceptos nuevos de carácter más específicos. Algunos de los conceptos genéricos que

ya aparecen en la primera opción tienen cierta relevancia en esta segunda opción, como es el caso del término investigación, que sigue siendo una opción relevante (con 4 respuestas en esta segunda opción).....	401
Figura 56. Ratio de respuestas de la tercera parte de la secuencia de definición del perfil disciplinar y de las actividades.....	404
Figura 57. Ratio de respuesta de la cuarta fase de la secuencia de preguntas, correspondiente a la respuesta D. ....	406
Figura 58. Ratio de respuestas de la quinta opción (E). El número de respuestas en esta fase de la secuencia se reduce considerablemente, habiendo respondido un total de 18 participantes sobre una muestra de 32 (N=32).....	408
Figura 59. Ratio de respuestas de la sexta parte (F) correspondiente a la secuencia en la que se solicita a los perfiles implicados definir el rango de actividades que llevan a cabo en el laboratorio o medialab. ....	411
Figura 60. El uso de técnicas de creatividad, según promedio ponderado en los entornos analizados, que muestra la incidencia de uso reconocido de técnicas de creatividad. ....	416
Figura 61. Este gráfico muestra las medias ponderadas (en escala de Likert de 1 a 5) de percepción de la calidad del desempeño de actividades en relación con diferentes grados de interacción.....	418
Figura 62. Gráfico que muestra la media ponderada de percepción de utilidad y facilidad de uso (basado en modelos de aceptación de tecnología o TAM) de la realidad aumentada en el espacio en el que los agentes implicados desarrollan sus actividades.....	421
Figura 63. Gráfico que muestra la media ponderada de percepción de utilidad y facilidad de uso (basado en modelos de aceptación de tecnología o TAM) de la realidad virtual en el espacio en el que los agentes implicados desarrollan sus actividades.....	424
Figura 64. Gráfico que muestra la media ponderada (en escala de 1 a 5) de aceptación de autopercepción de la mejora del desempeño de actividades y la creatividad con serious games, juegos virtuales electrónicos, y entornos virtuales 2D y 3D.....	426

Figura 65. Categorización de respuestas en relación al uso de motores de juegos utilizados en el lab, medialab, o la universidad.....	430
Figura 66. Ratio de respuestas sobre tecnologías de desarrollo de contenido (2D), incluyendo motores de juego con las que los perfiles entrevistados respondieron que se trabajaba en el lab/medialab o laboratorio universitario.....	433
Figura 67. Ratio de respuestas sobre tecnologías de desarrollo de contenido (3D), incluyendo motores de juego con las que los perfiles entrevistados respondieron que se trabajaba en el lab/medialab o laboratorio universitario.....	436
Figura 68. Ratio de respuestas sobre tecnologías de hardware (incluyendo fundamentalmente hardware libre) con las que los perfiles entrevistados respondieron que se trabajaba en el lab/medialab o laboratorio universitario. ....	438
Figura 69. Ratio de respuestas sobre tecnologías de kits de desarrollo de hardware y programación (SDK) con las que los perfiles entrevistados respondieron que trabajaban en el lab/medialab o laboratorio universitario.....	440
Figura 70. El presente gráfico muestra las medias ponderadas de aceptación de la tecnología por parte de los agentes implicado en el estudio, referente al desempeño en relación a las actividades desarrolladas en los labs. ....	444
Figura 71. En este caso, el contexto representado es la percepción de facilidad de uso en relación al proceso de aprendizaje para la utilización del conjunto de tecnologías con las que se interactúa en el laboratorio. ....	447
Figura 72. Interfaz del sitio web de <i>Hackidemia</i> , donde se muestran algunos de los proyectos (fundamentalmente basados en workshops) y actividades que se llevan a cabo.....	461
Figura 73. Secuencias del vídeo de presentación del proyecto Gamestar(t). ....	463
Figura 74. Estructura conceptual del proyecto Gamestar(t) de ArsGames.....	465
Figura 75. Visualización de la experiencia Inmersiva 3D <i>Interconnections: Revisiting the Future</i> , desarrollada por SReal, y que permite una visita virtual de los pabellones de la Feria Mundial de Nueva York 1964/1965.....	466
Figura 76. Estructura conceptual del proyecto Videoo-Game Programming de Hackidemia. ....	468



Figura 77. Visualización del Proyecto Incident Command Training: <i>Orange County Fire &amp; Rescue Department</i> , de E2i Creative Studio.....	469
Figura 78. Estructura Modular del proyecto Mixed and Aigmented Reality, Basic Research, del laboratorio SREAL. ....	471
Figura 79. Estructura modular conceptual del proyecto Lunar Quest, de Retro Lab....	474
Figura 80. Funcionamiento del sistema AIR (Advanced Identity Representation) Project, desarrollado por el ICE Lab del Massachusetts Institute of Technology. ....	475
Figura 81. Estructura conceptual del proyecto AIR Project (Advanced Identity Representation) del Imagination, Computation and Expression Lab del MIT.....	477
Figura 82. Documentación fotográfica de las sesiones analizadas a través de la metodología de DBR, dentro de las sesiones de Gametar(t), llevadas a cabo en el Medialab Prado de Madrid.....	482
Figura 83. Documentación fotográfica del entorno analizado mediante el conjunto de aproximaciones metodológicas del DBR.....	486
Figura 84. Visualización del entorno colaborativo para la creación y estructuración de narrativas no lineales <i>Articy:draft 2</i> . ....	492
Figura 85. Juegos pervasivos con realidad aumentada.....	497
Figura 86. Simulador Gazebo: Proyección de un entorno virtual para la prueba de dispositivos robóticos.....	535
Figura 87. Modelo conceptual del funcionamiento de los ambitne ubicuos y su relación con el entorno y el usuario. ....	547
Figura 88. Secuencia de fotogramas de la presentación del Proyecto <i>Interactivos?</i> de Medialab Prado (Madrid).....	556
Figura 89. Fachada del Medialab Prado (Madrid) en el <i>Media Facades Festival 2010</i> . ....	559
Figura 90. Marco de relaciones y funcionamiento del <i>Architecture Information Institute</i> . ....	625

Figura 91. Imagen generada en código ASCII (abajo) a partir de una fotografía original (arriba). Las unidades que componen la imagen son los caracteres de 7 bits (imprimibles) que corresponden a los símbolos alfanuméricos del teclado..... 627

Figura 92. CAVE de realidad virtual inmersiva desarrollada por el *Electronic Visualization Laboratory* de la Universidad de Illinois. .... 631

Figura 93. Interfaz de descarga de la herramienta *open source* para el desarrollo de recursos interactivos con realidad aumentada *ARToolkit*. .... 635

Figura 94. Secuencia de actividades del *Teleimmersion Lab* de la Universidad de California, en Berkeley..... 636

Figura 95. Secuencia de la especificación para el desarrollo de avatares abiertos en para entornos virtuales tridimensionales, *OpenAvatar*. .... 640

Figura 96. La *Frankencamera* es una plataforma experimental desarrollada por la Universidad de Stanford en 2010 para incorporar los factores de estandarización en arquitecturas abiertas y APIs para dispositivos de captación de imágenes. .... 645

Figura 97. *The Speed Camera Lottery* es un proyecto de VolksWagen y el Ayuntamiento de Estocolmo de tentativa de implementación de la gamificación y la teoría de juegos en el contexto urbano, en este caso en el tráfico rodado..... 646

Figura 98. Secuencia del Snapshot del Open HCI 2012, workshop sobre factores de interacción humano-computadora, por la Universidad Nacional de Taiwan de Ciencia y Tecnología..... 648

Figura 99. Gráfico que ilustra el concepto de *Larga Cola* o *Longtail*, acuñado por Anderson en 2004. La gráfica señala el concepto fundamental de distribución de productos en relación a su éxito..... 653

Figura 100. Captura de pantalla de la interfaz del proyecto *MovieSandbox*, herramienta de código abierto para animación en tiempo real de entornos virtuales interactivos. .... 654

Figura 101. El *Makey Makey* permite hacer que las diferentes superficies transmisoras de corriente eléctrica se conviertan en terminales de interacción con el espacio virtual. .... 656

Figura 102. Simulador virtual de una máquina de Turing. Martín Ugarte..... 658

Figura 103. OSGrid es una plataforma de mundos virtuales que funcionan con la aplicación multiplataforma 3D, de código abierto, <i>OpenSimulator</i> . ....	661
Figura 104. The First Collaborative Sentence, de Douglas Davis, 1994.....	665
Figura 105. Los sistemas de sonido cuadrafónico también se utilizan para el desarrollo de experiencias inmersivas basadas en el reconocimiento del espacio acústico. ....	671
Figura 106. HIRO es un robot que contiene una interfaz háptica con un gran potencial inmersivo.....	674
Figura 107. Estructura de la teoría de la comunicación, de Shannon (2001). ....	676
Figura 108. Triángulo de la Violencia (Galtung, 1969), que contiene los tres tipos de categorizaciones de violencia: <i>violencia directa</i> (la que se percibe de manera inmediata), <i>violencia estructural</i> (la que se asocia a las condiciones de vida determinadas) y <i>violencia cultural</i> (aquella que construye un discurso legitimador de la violencia directa).....	679
Figura 109. Gráfico que ilustra la hipótesis del valle inquietante, mostrando los grados de respuesta empática que producen los objetos que tienen un determinado grado de similitud antropomórfica, ya sean muñecos, robots, o personajes diseñados en entornos virtuales.....	681

## 14.2. Índice de Tablas

Tabla 1. Esquema metodológico. Relación entre problemáticas, procedimientos (e instrumentos) y técnicas de investigación.....	100
Tabla 2. Listado de componentes que conforman la especificación del IMS LD, que utiliza la metáfora del teatro para el diseño de escenarios educativos.....	120
Tabla 3. Modelos y teorías de aceptación individual, relativas a usos, interacciones, y comportamientos. Tabla estructurada a partir de la convergencia elaborada por Venkatesh et al. (2003).....	127
Tabla 4. Variables dependientes en el contexto de la aproximación de convergencia de modelos planteada por Venkatesh et al. (2003).Dentro de esta convergencia se encuentra el modelo de aceptación de la tecnología, con las variables relativas a la percepción de utilidad y la percepción de facilidad de uso. Incluye el factor de la norma subjetiva, que consiste en la percepción subjetiva sobre el grado de presión social existente en el contexto, para lleva a cabo una acción.....	130
Tabla 5. Relación de grupos que forman parte del denominado <i>Mare Nostrum Digital</i> . García García y Gértrudix Barrio (2009).....	272
Tabla 6. Listado de proyectos analizados pertenecientes a las dinámicas de los laboratorios y medialabs.....	453
Tabla 7. Proyectos sobre los cuales la información obtenida ha sido insuficiente para continuar el estudio con dicha muestra. ....	460
Tabla 8. Especificación de los objetivos, los roles, las actividades, el entorno, y los objetos, del proyecto Gamestar(t), llevado a cabo por ArsGames.....	463
Tabla 9. Especificación de objetivos, roles, actividades, entorno y objetos del workshop Video-game programming de Hackidemia. ....	467
Tabla 10. Especificación de los objetivos, roles, actividades, entorno y objetos del proyecto Mixed and Augmented Reality: Basic Research de SREAL. ....	470
Tabla 11. Especificación de los objetivos, roles, actividades y entorno del proyecto Lunar Quest de Retro Labs. ....	473
Tabla 12. Especificación de los objetivos, roles, actividades, entorno y objetos del proyecto Advanced Identity Representation del ICE Lab del MIT.....	476
Tabla 13. Pregunta: Escriba aquí el nombre del Lab donde realiza sus actividades..	717

Tabla 14. Pregunta: Escriba aquí el nombre de la Universidad en la que trabaja como investigador o docente.....	718
Tabla 15. Escriba aquí de 3 a 6 palabras clave relacionadas con sus actividades...	720
Tabla 16. Pregunta. Escala de Likert. Utilizo las siguientes técnicas de creatividad para desarrollar proyectos en el Lab/Medialab/Universidad (1-completamente en desacuerdo / 5 - completamente de acuerdo).....	722
Tabla 17. Secuencia de Preguntas: Relación Creatividad-Actividades-Tecnologías....	724
Tabla 18. Modelos de aceptación de tecnología y creatividad: Uso de realidad aumentada. ....	727
Tabla 19. Pregunta abierta. ¿Con qué herramientas de Realidad Aumentada has trabajado habitualmente?.....	729
Tabla 20. Pregunta abierta: ¿Con qué tecnologías de realidad aumentada te gustaría trabajar en proyectos futuros?.....	730
Tabla 21. Secuencia de preguntas Modelos de aceptación de tecnología. Uso de realidad virtual.....	731
Tabla 22. Secuencia de preguntas. Modelos de aceptación de la tecnología. Uso de serious games. ....	733
Tabla 23. Pregunta abierta: Enumere por favor Tecnologías de Motores de Juegos con las que trabaja en el Lab/Medialab/Universidad. ....	737
Tabla 24. Pregunta abierta: Enumere por favor Tecnologías de Desarrollo en 2D con las que trabaja en el Lab/Medialab/Universidad. ....	738
Tabla 25. Pregunta abierta. Enumere por favor Tecnologías de Desarrollo en 3D con las que trabaja en el Lab/Medialab/Universidad .....	738
Tabla 26. Pregunta abierta. Enumere por favor Kits de Desarrollo de Software (SDK) con los que haya trabajado o trabaje habitualmente en el Lab/Medialab/Universidad...	740
Tabla 27. Percepción de utilidad de la tecnología. Modelos de aceptación de tecnología. Desempeño, calidad del trabajo, y percepción de control de las actividades. ....	741
Tabla 28. Percepción de facilidad de uso de la tecnología. Modelos de aceptación de tecnología. Interacción e interiorización de procesos.....	743









